

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ,  
АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ Завідувач кафедри електротехніки,  
електромеханіки та електротехнологій**

К.Т.Н., доцент \_\_\_\_\_ / ОКУШКО О.В.

(підпис)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

**на тему: „Проектні рішення з розроблення електротехнічного  
обладнання для створення оптимального мікроклімату в пташнику»**

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка

**Гарант освітньої програми**

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Синявський О.Ю.

(підпис)

(ПІБ)

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

Савченко В.В.

(підпис)

(ПІБ)

Виконав

Безнюк С.А.

(підпис)

(ПІБ)

**КИЇВ – 2025**

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ  
УКРАЇНИ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І  
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

**ЗАТВЕРДЖЕНО**  
Завідувачем кафедри  
Електротехніки,  
електромеханіки та  
електротехнологій

К.Т.Н., доцент \_\_\_\_\_ / **ОКУШКО О.В./**  
(підпис)  
« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 р  
число місяць рік

**ЗАВДАННЯ**

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи  
студенту Безнюку Сергію Андрійовичу

Спеціальність (напрямок підготовки): 141. "Електроенергетика, електротехніка та  
електромеханіка"

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: **«Проектні рішення з розроблення  
електротехнічного обладнання для створення оптимального мікроклімату в  
пташнику»**

затверджена наказом ректора НУБіП України від 11.04.2024 № 572 "С"

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проекту бакалавра:

- а) Правила улаштування електроустановок (ПУЕ).
- б) Правила будови електроустановок (електрообладнання спеціальних установок).
- в) Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів.
- г) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
- д) Правила користування електричною енергією.
- е) Система ПЗР і ТО електрообладнання сільськогосподарських підприємств.

Перелік питань, які потрібно розробити:

- а) Загальна характеристика підприємства та оцінка рівня експлуатації електрообладнання.
- б) Правила будови електроустановок (електрообладнання спеціальних установок).
- в) Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів.
- г) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
- д) Заходи щодо економії електроенергії при обслуговуванні і ремонті енергетичного обладнання.
- е) Охорона праці.

Висновки.

Список використаних джерел.

Додатки

Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Керівник дипломного проекту бакалавра \_\_\_\_\_ **Савченко В.В.**  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання \_\_\_\_\_ **Безнюк С.А.**  
(підпис) (прізвище та ініціали студента)



## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЧОГО ОБ'ЄКТУ .....	8
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	10
2.1 Технологія утримання птиці в пташнику .....	10
2.2 Вибір технологічного обладнання пташника .....	10
2.3 Розрахунок водопостачання пташника .....	16
2.4 Розрахунок вентиляції та опалення .....	17
РОЗДІЛ 3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА .....	21
3.1 Розрахунок електропривода вентилятора .....	21
3.2 Вибір апаратури керування і захисту .....	29
3.3 Розрахунок освітлення .....	31
3.4 Розрахунок струмів освітлювальних груп .....	39
РОЗДІЛ 4 АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ І ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ В ПТАШНИКУ .....	41
4.1. Коротка характеристика вентиляційно-опалювальної установки.....	41
4.2. Обґрунтування та вибір параметрів автоматизації, розробка функціональної схеми .....	43
4.3. Розрахунок і вибір засобів та систем автоматизації .....	46
4.4. Розробка принципової електричної схеми, аналіз схеми. ....	49
4.5. Розрахунок і вибір елементів схеми керування.....	53
4.6. Розробка схеми електричних з'єднань .....	56
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	58
5.1 Розробка організаційно-технічних заходів з охорони праці на ділянці ремонту електрозварювального обладнання .....	59

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

5.2. Розрахунок заземлювального пристрою повторного заземлення захисного проводу на вводі до виробничого об'єкту (типу «гребінка») .....	61
5.3. Розрахунок системи блискавкозахисту .....	64
5.4. Розробка комплексу заходів щодо запобігання виникненню пожежі на виробничому об'єкті .....	66
РОЗДІЛ 6 ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ.....	70
Висновок.....	72
Список використаних джерел.....	74

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

## ВСТУП

Для підвищення конкурентоспроможності продукції птахівництва необхідно впроваджувати новітні технології, механізацію та автоматизацію виробничих процесів у пташниках.

Досвід передових електрифікованих сільськогосподарських підприємств свідчить, що застосування електропривода в стаціонарних виробничих процесах у птахівництві порівняно з механічним приводом дозволяє знизити затрати праці на 20...30 %.

Використання систем автоматизації сприяє підвищенню продуктивності птиці до 10 %, зменшенню витрат ручної праці та скороченню споживання електричної і теплової енергії. Розрахунки показують, що застосування навіть найпростіших пристроїв для підтримання оптимального температурного режиму дозволяє заощаджувати до 30 % електроенергії.

Забезпечення відповідного мікроклімату є обов'язковою умовою для ефективного ведення птахівництва на промисловій основі.

Мета дослідження – розробка і обґрунтування параметрів системи керування мікрокліматом у пташнику, яка забезпечує зниження енергоємності продукції.

Об'єкт дослідження – технологічний процес створення мікроклімату в пташнику.

Предмет дослідження – структура автоматизованого електрообладнання для створення мікроклімату в пташнику та параметри відповідного електрообладнання.

У бакалаврській кваліфікаційній роботі обране технологічне та електротехнічне обладнання для птахоферми, розглянуто питання електропостачання, експлуатації електрообладнання та охорони праці на птахофермі, обґрунтована структура системи автоматизованого електрообладнання для створення оптимального мікроклімату в пташнику шляхом автоматизації вентиляційно-опалювальної установки для обігріву в

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

зимовий період і вентиляції в літній період для утримання птиці, наведено техніко-економічні показники застосування автоматизованого електрообладнання на птахофермі.

## РОЗДІЛ 1

### ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБНИЧОГО ОБ'ЄКТУ

Птахоферма на 28000 Блойлерів підлогового утримання входить до складу єдиного тваринницького комплексу для вирощування бройлерів і містить власний кормоцех, власну систему водопостачання, тепlopостачання та електропостачання.

Об'єкт призначений для проведення опоросів та утримання репродуктивного поголів'я і складається з 8-х ізольованих секцій.

Будівля пташника – відгодівельника одноповерхова, прямокутної форми в плані з розмірами в осях 102х18 м.

Висота приміщень будівлі змінюється від 2,5 до 3 м.

Будівля запроектована з несучим каркасом із збірних залізобетонних напіврам і покриття з залізобетонних плит покриття.

Просторова жорсткість каркасу забезпечується сумісною роботою напіврам, плит покриття та зв'язків. Для захисту від поверхневих вод навколо будівлі влаштовується бетонне вимощення товщиною 30 мм по щебеневій підготовці товщиною 100 мм. Ширина вимощення 1000 мм [1]

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Перелік приміщень пташника

Номер по плану	Назва	Розміри			Умови зовнішнього середовища
		А, м	В, м	Н, м	
1	Основне приміщення-пташник	90	18	3	Вологе
2	Санпропускник + душова	6	4	3	Вологе
3	Склад кормів	6	5	3	Сухе
4	Приміщення зважування та сортування	6	3	3	Сухе
5	Склад підстилки / тари	6	3,5	3	Сухе
6	Електрощитова + автоматика	3	3	3	Сухе
7	Станція водопідготовки / насосна	3	2	3	Вологе
8	Ветпрепарати / міні-аптечка	3	2	3	Сухе
9	Побутове приміщення для персоналу	6	4	3	Сухе
10	Коридор	18	2,6	3	Сухе

## РОЗДІЛ 2

### ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

#### 2.1 Технологія утримання птиці в пташнику

Вирощування птиці в пташнику відбувається **партіями згідно з виробничим циклом**, який становить у середньому 38–45 діб для бройлерів. Нову партію добових курчат заселяють у пташник після проведення **санітарної обробки приміщення** (миття, дезінфекція, висушування, обробка деззасобами).

Після доставки курчат розміщують у підготовленій зоні з підігрівом, де підтримується температура 32–34 °С у перші дні. Утримання здійснюється на підлозі з підстилкою (солома, тирса), залежно від технології.

Протягом усього періоду вирощування забезпечується автоматизоване **годування, напування, вентиляція, освітлення та контроль мікроклімату**. Після досягнення живої маси 2,2–2,5 кг (для бройлерів) або відповідного віку (для ремонтного молодняка), птицю сортують і готують до відправлення на забій чи переведення в інші приміщення.

Для **відбору ремонтного молодняка** частину курочок від продуктивних ліній залишають для подальшого вирощування до періоду яйцекладки (досягнення віку 120–150 днів).

Утримання птиці організовано в **зонованих секціях** або на **відкритому підлоговому полі** пташника. У випадку підлогового утримання птиця розміщується з розрахунку 15–20 голів на 1 м<sup>2</sup>. Вздовж приміщення передбачено **лінії годування та напування**, які розміщуються рівномірно, а також **проходи шириною 1,0–1,2 м** для обслуговування. З метою забезпечення доступу передбачено як **поздовжні, так і поперечні проходи**. [2]

#### 2.2 Вибір технологічного обладнання пташника

Постачання кормів здійснюється від кормоцеху або складу комбікорму транспортними засобами. Комбікорм перевантажується у зовнішні силоси (бункери) об'ємом 5–10 тонн, з яких за допомогою пневмотранспорту або шнеків подається у внутрішню систему роздавання корму.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обладнання для роздавання корму:

### 1. Системи годівлі Plasson Advanced [20]

- Тип двигуна: MS112M4
- Потужність: 5,5 кВт
- Комплектний апарат: ЯОА5606-347701У5

Таблиця 2.1

#### Характеристика годівниці

Параметр	Значення	Примітка
Тип обладнання	Plasson	Ланцюгова годівельна система для пташників
Призначення	Роздача комбікорму птиці	Автоматизоване годування бройлерів, або ремонтного молодняка
Фронт годівлі	90 м	Обслуговує велику кількість птахів по довжині пташника
Кількість птахів	28000 голів	За нормою: 16–20 см фронту на одну голову (бройлери)
Продуктивність	~6 тонн/год	Забезпечує швидке роздавання корму в усій секції
Тип подачі корму	Шнекова подача	Подає корм рівномірно вздовж усього фронту
Ширина обладнання	~2300 мм	Включає стрічку, жолоб, бокові борти
Висота обладнання	~2500 мм	Для зручного розміщення двигуна, бункера та сервісного обслуговування
Довжина обладнання	90м	Розрахована під довжину стандартного пташника
Потужність електродвигуна	5,5 кВт / 380 В	Достатньо для приводу повної годівельної лінії
Система керування	Підключення до контролера ViperTouch	Дає змогу програмувати графік годівлі
Матеріал конструкції	Сталь з антикорозійним покриттям	Підвищена зносостійкість у вологому середовищі
Маса (орієнтовно)	630–1500 кг	В залежності від комплектації (довжина, тип жолоба)
Монтаж	Підвісна або опорна	Вибір залежить від типу пташника та висоти підлоги

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Параметр	Значення	Примітка
Обслуговування	1 раз на 3–6 міс	Чистка жолобів, перевірка стрічки, натяг приводного ланцюга

### Обґрунтування вибору:

Обладнання вітчизняного виробництва має просту конструкцію, високу ремонтпридатність та адаптоване до умов роботи у птахівничих господарствах. Потужність 5,5 кВт забезпечує достатню продуктивність за низького споживання електроенергії.

Гноєприбиральна система:

#### 2. Гноєприбиральний транспортер МПС-2М

- **Тип двигуна:** АИР80В2У2
- **Потужність:** 2,2 кВт
- **Комплектний апарат:** Я5405-2974БУ5

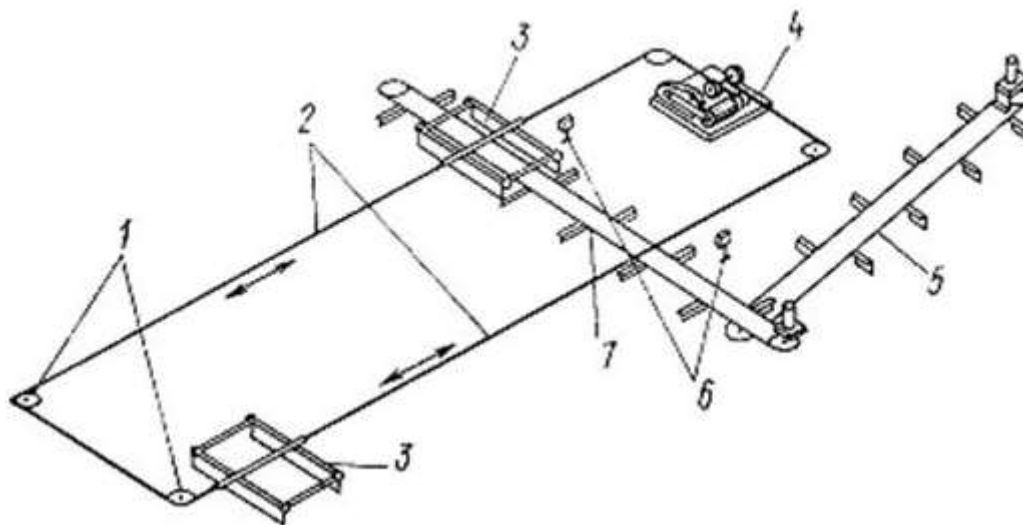


Рисунок 2.1 Технологічна схема установки для прибирання посліду типу МПС: 1 – поворотний пристрій; 2 – трос; 3 – скребковий візок; 4 – привідна станція установки; 5,7 – транспортер типу НКЦ-7; 6 – кінцеві вимикачі.

**Обґрунтування вибору:** Вибір установки МПС-2М як гноєприбирального обладнання для пташника є технічно обґрунтованим рішенням. Вона забезпечує надійне, ефективне та економічно вигідне очищення каналів від посліду, що відповідає сучасним вимогам до утримання птиці в промислових умовах.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Система вентиляції:

3. Комплект витяжних вентиляторів Клімат47М-02

- Тип двигуна: АИРП80-А6У2
- Потужність: 0,37 кВт
- Комплектний апарат: ТСУ-2-КЛУЗ

Таблиця 2.2

Характеристика витяжного вентилятора

Параметр	Орієнтовне значення	Примітка
Тип пристрою	Витяжний промисловий вентилятор	Для провітрювання пташника
Продуктивність повітря	~5000–7000 м <sup>3</sup> /год	Залежить від розмірів корпусу й швидкості
Діаметр крильчатки	~600–650 мм	Відповідає розміру агрегату
Потужність двигуна	≈0,37 кВт	Як вказувалося раніше
Тип двигуна	АИРП80А6У2	Загальноживаний тип
Частота обертів	~960 об/хв	Стандарт для 2-полюсного двигуна
Габарити корпусу	900×900×600 мм	Орієнтовано, залежить від моделі
Маса	11–16 кг	Залежить від матеріалів та компонування
Шум	~50 дБ	При робочому режимі
Матеріал корпусу	Оцинкована/нержавіюча сталь	Для агресивного середовища пташника

Обґрунтування вибору:

Потужні витяжні вентилятори з низькошвидкісним двигуном забезпечують ефективну циркуляцію повітря при низькому рівні шуму, що важливо для мінімізації стресу у птиці.

Система мікроклімату:

4. Тепловентилятор Solveno RMX 93 ACV

- Тип двигуна: АИР80В2У2
- Потужність: 2,2 кВт

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- **Комплектний апарат: ЯОА9203-3074УХЛЗ**

Таблиця 2.3

**Характеристика тепловентилятора**

<b>Параметр</b>	<b>Значення</b>
Теплова потужність	до 117 кВт
Витрати повітря	9 500 м <sup>3</sup> /год
Дальність струменя	15 м
К-сть рядів радіатора	3
Діаметр підключення	1¼"
Тиск/температура макс	1 МПа / 130 °С
Потужність двигуна	1 кВт (400 В)
Захист двигуна	IP54
Габарити (Ш×В×Г)	1250×1250×900 мм
Вага	106 кг

**Обґрунтування вибору:**

Обладнання має компактні розміри, достатню потужність і забезпечує швидкий обігрів приміщення. Наявність регулювання температури і можливість інтеграції в систему автоматизації робить його зручним для утримання птиці в холодний період.

Система водопостачання:

**5. Насос Водолій**

- **Тип:** БЦПЭ
- **Потужність:** 0,68 кВт
- **Продуктивність:** 2–10 м<sup>3</sup>/год

Таблиця 2.4

**Технічна характеристика насоса БЦПЭ-1,2-63 У**

<b>Параметр</b>	<b>Значення</b>
<b>Потужність, кВт</b>	0,68
<b>Частота обертання, об/хв</b>	~2850
<b>Номінальна подача води, м<sup>3</sup>/год</b>	1,2
<b>Максимальна подача води, м<sup>3</sup>/год</b>	9,4
<b>Вага, кг</b>	≈ 21

## Обґрунтування вибору:

Вибраний насос має високий ККД, компактні розміри та стійкість до зношування. Забезпечує постійний тиск у системі напування, що особливо важливо при використанні ніпельних ліній. Його багатоступенева конструкція забезпечує стабільність подачі води навіть при перепадах у системі.

### Годівля та напування:

- **Системи годівлі:** Pan Feeding Systems, Chain Feeding Systems, StartPan — вибрані завдяки автоматизації процесу, точному дозуванню корму та можливості адаптації під різні вікові групи птиці.
- **Системи напування:** Lubing, Ziggity, Imprex — відповідають стандартам гігієни, запобігають розливу води, прості в обслуговуванні.

### Автоматизація:

- **Контролери:** Big Dutchman ViperTouch, Plasson ProCon, DACS — обрані завдяки гнучкому налаштуванню, підтримці дистанційного моніторингу та простоті інтеграції з іншими інженерними мережами.

### Загальні критерії вибору обладнання:

- **Енергоефективність** — перевагу надано обладнанню з оптимальним співвідношенням потужність/ефективність.
- **Надійність і ремонтпридатність** — обладнання має сертифікати якості, підтримку запчастин в Україні.
- **Сумісність з автоматикою** — можливість підключення до сучасних систем керування.
- **Гігієнічність** — відповідність нормам ветеринарної безпеки.
- **Ціна/якість** — обрані моделі оптимальні для господарств середнього масштабу.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 2.3 Розрахунок водопостачання пташника

На території птахоферми необхідно передбачити як технологічне, так і пожежне водопостачання з подачею води до місць можливого загоряння через пожежні гідранти, встановлені на водопровідній мережі.

Максимальну годинну витрату води пташником визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{доб.ср.}} = q * n * K_{\text{доб}} * K_{\text{год}} / 24 \quad (2.1)$$

де:

- **q** – норма водопостачання для 1 голови птиці: 0,25 л/день;
- **n** – кількість курей: 28 000;
- **K<sub>доб</sub>** – коефіцієнт добової нерівномірності: 1,3;
- **K<sub>год</sub>** – коефіцієнт годинної нерівномірності: 2,5.

$$Q_{\text{доб.ср.}} = 0,25 * 28000 * 1,3 * \frac{2,5}{24} = 949,48 \text{ л/год} = 0,949 \text{ м}^3 \quad (2.2)$$

Максимальні секундні витрати:

$$Q_{\text{сек.мах}} = \frac{Q_{\text{год.мах}}}{3600} = \frac{0,949}{3600} = 0,000263 \text{ м}^3/\text{с} \quad (2.3)$$

Розрахунок регульований об'єм води, м<sup>3</sup> :

$$V_{\text{рег}} = \frac{Q_{\text{доб.ср.}} * \alpha_{\text{доб.}} * \alpha_{\text{год.}}}{n} * 0,01 = \frac{0,949 * 1,3 * 2,5}{6} * 0,01 = 0,0051 \text{ м}^3 \quad (2.4)$$

Протипожежний запас:

$$V_{\text{пож.}} = 3,6 * Q_{\text{пож.}} * n_{\text{пож.}} * t_{\text{пож.}} = 3,6 * 10 * 1 * \frac{1}{6} = 6 \text{ м}^3 \quad (2.5)$$

Аварійний запас:

$$V_{\text{ав.}} = Q_{\text{год.мах}} * t_{\text{ав.}} = 0,949 * 1 = 0,949 \text{ м}^3 \quad (2.6)$$

Загальний об'єм бака:

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

$$V_{\text{б.р.}} = V_{\text{рег}} + V_{\text{пож}} + V_{\text{АВ}} = 0.0515 + 6 + 0.949 = 7\text{ м}^3 \quad (2.7)$$

Розрахунок висоти башти

Втрати напору:

$$H_T = \lambda * \frac{1}{d} * \frac{V^2}{2g} = 0.024 * \frac{800}{0.2} * \frac{1^2}{2*9.81} = 4.89 \text{ м} \quad (2.8)$$

$$h_M = 0.05 * h_T = 0.24 \text{ м} \quad (2.9)$$

$$h = h_T + h_M = 5.13\text{ м} \quad (2.10)$$

Необхідна висота водонапірної башти:

$$H_{\text{б.р.}} = H_B + h + (Z_D - Z_6) = 10 + 5.13 + (3 - 4) = 14.13 \text{ м} \quad (2.11)$$

Обираємо башту БР-15:  $V = 15 \text{ м}^3$ ,  $H = 18 \text{ м}$ .

### Вибір насосу

Макс. витрати:

$$Q_{\text{макс.год.}} = 0.949\text{ м}^3 / \text{год} \rightarrow Q_{\text{нас.}} = 1.5\text{ м}^3 / \text{год} \quad (2.12)$$

Розрахунковий напір:

$$H_p = 35 + 18 + 3 + 0,079 + 0,0018 = 56\text{ м} \quad (2.13)$$

Вибираємо заглибний насос: **БЦПЭ-0,32-40 У**,

Подача:  $1,5 \text{ м}^3 / \text{год}$ , Напір:  $56 \text{ м}$ , Потужність:  $0,68 \text{ кВт}$ .

Для керування — пристрій «Каскад-К» з  $I_n = 1-10 \text{ А}$ .

### 2.4 Розрахунок вентиляції та опалення

Вентиляція приміщення для утримання птиці передбачена як припливно-втяжна з використанням механічного та природного спонукання руху повітря.

Розрахунок об'єму вентиляційного повітря, необхідного для видалення надлишкової вологи, проводиться за формулою:

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$L_{\text{ВЛ}} = \frac{K_1 \cdot w_{\text{пт}} \cdot n \cdot K_w}{d_{\text{в}} \cdot \varphi_{\text{в}} - d_{\text{з}} \cdot \varphi_{\text{з}}} \quad (2.14)$$

де:

- $K_1=1,1$  — коефіцієнт, що враховує випаровування вологи з підлоги та інших поверхонь;
- $w_{\text{пт}} = 30$  г/год — вологовиділення однієї курки при  $t_{\text{в}}=16^\circ$ ;
- $n=28000$  — кількість курей у пташнику;
- $K_w=1$  — коефіцієнт вологовиділення при заданій температурі;
- $d_{\text{в}}=13,6\text{d}$ ,  $d_{\text{з}}=0,88\text{d}$  г/м<sup>3</sup> — вологовміст повітря в приміщенні та ззовні;
- $\varphi_{\text{в}} = 0,7$ ,  $\varphi_{\text{з}} = 0,3$  — відповідні відносні вологості.

$$L_{\text{ВЛ}} = \frac{1,1 \cdot 30 \cdot 28000 \cdot 1}{13,6 \cdot 0,7 - 0,88 \cdot 0,3} = 9,9827 \cdot 10^4 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.15)$$

Розрахунок витрати повітря для видалення вуглекислого газу проводиться за формулою:

$$L_{\text{ВК}} = \frac{K_{\text{CO}_2} \cdot m_{\text{пт}} \cdot n}{C_2 - C_1} \quad (2.16)$$

де:

- $K_{\text{CO}_2}=1,2$
- $m_{\text{пт}}=0,006$  кг/год — кількість CO<sub>2</sub>, що виділяє одна курка;
- $C_2=0,25\%$ ,  $C_1=0,03\%$

$$L_{\text{ВК}} = \frac{1,2 \cdot 0,006 \cdot 28000}{0,0025 - 0,0003} = 9,1636 \cdot 10^4 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.17)$$

Кількість вентиляторного повітря для видалення надлишкового тепла із пташника в літню пору ( $t_{\text{в}}=30^\circ\text{C}$ ) визначається за формулою:

$$L_m = \frac{(q_{\text{пт}} m - Q_{\text{огр}})(1 + \alpha_m \theta_{\text{в}})}{C(\theta_{\text{в}} - \theta_{\text{з}})} \quad (2.18)$$

де  $q_{\text{пт}}$  — тепловиділення однієї птиці,  $q_{\text{пт}} = 110$  кДж/год.  $\alpha_t$  — коефіцієнт розширення повітря при підвищенні температури на  $1^\circ\text{C}$ ;  $K_t = 0,003666$ ;  $\theta_{\text{в}}$ ,  $\theta_{\text{з}}$  — температура в літню пору,  $\theta_{\text{в}}=30^\circ\text{C}$ ,  $\theta_{\text{з}}=24^\circ\text{C}$ . Втрати теплоти через зовнішні огорожі визначають за формулою:

Втрати тепла через огорожувальні конструкції:

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{огр} = q_0 \cdot V \cdot (\theta_{в} - \theta_{з}) \quad (2.19)$$

де  $q_0$  – теплова характеристика приміщення,  $q_0 = 2,1$  кДж/м<sup>3</sup>: (де  $V = 4860$  м<sup>3</sup> об'єм пташника)

$$Q_{огр} = 2,1 \cdot 4860 \cdot (30 - 24) = 61236 \text{ кДж}$$

$$L_m = \frac{(110 \cdot 28000 - 61236) \cdot (1 + 0,003666 \cdot 30)}{1 \cdot (30 - 24)} = 5,584 \cdot 10^4 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для забезпечення необхідного повітрообміну встановлюємо 5 вентиляторів типу ВО-Ф 7,1 продуктивністю 60000 м<sup>3</sup>/год.[5]

### Розрахунок опалення в зимовий період:

#### 1. Подача повітря взимку:

$$L = N \cdot m \cdot Li = 28000 \cdot 2 \cdot 0,2 = 11200 \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.20)$$

де:

- $m = 2$  кг — середня маса курки;
- $Li = 0,2$  м<sup>3</sup>/год·кг

#### 2. Теплова потужність установки:

$$Q_p = \frac{(x \cdot V + c \cdot p \cdot L) \cdot (t_{в} - t_{н}) - Q_T}{\eta_k} \quad (2.21)$$

де:

- $x = 2,1$ ,  $V = 3024$  м<sup>3</sup>,  $c = 1$ ,  $p = 1,3$ ,  $L = 11200$ ,
- $t_{в} = 18^\circ$ ,  $t_{н} = -20^\circ \text{C}$
- $Q_T = 28000 \cdot 26 = 728000$  кДж/год
- $\eta_k = 0,97$

$$Q_p = \frac{(2,1 \cdot 3024 + 1 \cdot 1,3 \cdot 11200)(18 - (-20)) - 728000}{0,97} \approx 6,8 \cdot 10^4 \text{ кДж/год}$$

Вибираємо 8 тепловентиляторів Solveno RMX 93 ACV теплопродуктивністю по  $Q = 6,8 \cdot 10^4$  кДж/год, продуктивністю 72000 м<sup>3</sup>/год.[6]

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

## Технологічне обладнання

Назва обладнання	Тип, марка	Встановлена потужність, кВт	Тип двигуна	Тип комплектного апарата
Тепловентилятор	Solveno RMX 93 ACV	2,2	АИР80В2У2	ЯОА9203-3074УХЛЗ
Комплект витяжних вентиляторів	ВО-Ф 7,1	0,37	АИРП80-А6У2	ТСУ-2-КЛУЗ
Кормороздавач	Plasson Advanced	5,5	MS112M4	ЯОА5606-347701У5
Гноєприбиральний транспортер	МПС-2М	2,2	АИР80В2У2	Я5405-2974БУ5
Насос	БЦПЭ-0,32-40 У	0,68	ДПА-0,68-50-У5	-

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

## РОЗДІЛ 3

### ЕЛЕКТОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

#### 3.1 Розрахунок електропривода вентилятора

Вибрати електродвигун для привода вентилятора продуктивністю  $L = 10500$  м<sup>3</sup> /год. Номінальний тиск 60 Па, ККД вентилятора – 0,67, частота обертання 930 об/хв., момент інерції робочого колеса  $J_B = 0,018$  кг·м<sup>2</sup> Робоче колесо насаджене на вал двигуна. Режим роботи тривалий S1. Розрахункова потужність електродвигуна вентилятора, кВт, з урахуванням запасу потужності:

$$P_d = \frac{K_3 * L_1 * p}{3600 * \eta_B * \eta_n} = \frac{1,2 * 10500 * 60}{3600 * 0,67 * 1} = 313 \text{ Вт} \quad (3.1)$$

- $\eta_B = 0,67$
- $L_1 = 10500 \frac{\text{м}^3}{\text{год}}$
- $p = 60$  Па
- $K_3 = 1,2$
- $\eta_n = 1$

Де:

- $K_3$  – коефіцієнт запасу потужності на пусковий момент;
- $P$  – повний тиск, Па;
- $L_1$  – продуктивність вентилятора;
- $\eta_B$  – ККД вентилятора;
- $\eta_n$  – ККД передачі;

**Номінальну потужність двигуна визначаємо з умови:**

$$P_{\text{ном}} \geq P_{\text{роз}}$$

Підставляємо розраховану потужність та номінальну:

$$0,37 \text{ кВт} \geq 0,313 \text{ кВт}$$

Живлення електродвигуна передбачається трифазним змінним струмом напругою 380 В частотою 50 Гц.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Вибираємо електродвигун АИРП80-А6У2. Оскільки механічна передача між двигуном і вентилятором відсутня, двигун з синхронною частотою обертання 1000 об/хв.

Технічна характеристика двигуна АИРП80-А6У2:  $U_H = 380$  В,  $f_H = 50$  Гц;  $P_H = 0,37$  кВт,  $n_H = 900$  об/хв,  $\eta_H = 67,5\%$ ;  $\cos\phi_H = 0,78$ ;  $\mu_k = 1,6$ ;  $\mu_{п} = 1,4$ ;  $\mu_{мін} = 1,3$ ;  $J_{рот} = 0,0279$  кг/м<sup>2</sup>,  $v_t = 3,8$  0С/с, схема з'єднання обмоток статора - «зірка», клас ізоляції В.

### На нагрівання під час пуску:

Розрахунок і побудова механічної характеристики електродвигуна.

Механічну характеристику двигуна розраховуємо за його каталоговими даними, для чого знаходимо координати п'яти характерних точок.

Координати точки 1:  $M_1 = 0$ ;  $s_1 = 0$

Координати точки 2:

$$P_H = 0,37 \text{ кВт}$$

$$n_H = 900 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

$$n_0 = 1000 \frac{\text{об}}{\text{хв}}$$

$$M_2 = 9550 \frac{P_H}{n_H} = 9550 \frac{0,37}{900} = 3,926 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.2)$$

$$s_2 = \frac{n_0 - n_H}{n_0} = \frac{1000 - 900}{1000} = 0,1 \quad (3.3)$$

Координати точки 3:

$$\mu_{кр} = 1,6$$

$$\mu_{пуск} = 1,4$$

$$M_3 = M_2 * \mu_{кр} = 3,926 * 1,6 = 6,281 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.4)$$

$$\mu_1 = \frac{\mu_{кр}}{\mu_{пуск}} = 1,143 \quad (3.5)$$

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

$$s_3 = \frac{s_2 + \sqrt{s_2 * \frac{\mu_{кр} - 1}{\mu_1 - 1}}}{1 + \sqrt{s_2 * \frac{\mu_{кр} - 1}{\mu_1 - 1}}} = \frac{0,1 + \sqrt{0,1 * \frac{1,6 - 1}{1,143 - 1}}}{1 + \sqrt{0,1 * \frac{1,6 - 1}{1,143 - 1}}} = 0,454 \quad (3.6)$$

Координати точки 4:

$$\mu_{\min} = 1,3$$

$$M_4 = M_2 * \mu_{\min} = 3.926 * 1,3 = 5,104 \text{ Н * м} \quad (3.7)$$

$$s_4 = 0,8$$

Координати точки 5:

$$M_5 = M_2 * \mu_{\text{пуск}} = 3.926 * 1,4 = 5,496 \text{ Н * м} \quad (3.8)$$

$$s_5 = 1$$

Координати механічної характеристики  $s = f(M')$  з урахуванням допустимих відхилень моментів:

- 1)  $s = 0$ ;  $M' = 0 \text{ Н * м}$ ;
- 2)  $s_H = 0,1$ ;  $M'_H = 3.926 \text{ Н * м}$ ;
- 3)  $s_K = 0,454$ ;  $M'_K = 0,9 * M_K = 0,9 * 6,281 = 5,623 \text{ Н * м}$ ;
- 4)  $s_{\min} = 0,8$ ;  $M'_{\min} = 0,8 * M_{\min} = 0,8 * 5,104 = 4,083 \text{ Н * м}$ ;
- 5)  $s_n = 1$ ;  $M'_n = 0,85 * M_n = 0,85 * 5,496 = 4,671 \text{ Н * м}$ ;

Координати механічної характеристики  $s = f(M'')$  з урахуванням допустимих відхилень напруги ( $-5\%$ ):

- $s = 0$ ;  $M'' = 0 \text{ Н * м}$ ;
- $s_H = 0,1$ ;  $M''_H = (0,95)^2 * M'_H = (0,95)^2 * 3.926 = 3,543 \text{ Н * м}$ ;
- $s_K = 0,454$ ;  $M''_K = (0,95)^2 * M'_K = (0,95)^2 * 5,623 = 5,102 \text{ Н * м}$ ;
- $s_{\min} = 0,8$ ;  $M''_{\min} = (0,95)^2 * M'_{\min} = (0,95)^2 * 4,083 = 3,685 \text{ Н * м}$ ;
- $s_n = 1$ ;  $M''_n = (0,95)^2 * M'_n = (0,95)^2 * 4,671 = 4,216 \text{ Н * м}$ ;

Розрахуємо кутову швидкість за формулами:

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$\omega_0 = \frac{\pi n_0}{30} = 102 \frac{\text{рад}}{\text{с}}$$

$$\omega = \omega_0(1 - s) = 102(1 - 0) = 102 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \left(980 \frac{\text{об}}{\text{ХВ}}\right)$$

$$\omega_H = \omega_0(1 - s_H) = 102(1 - 0,1) = 92 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \left(900 \frac{\text{об}}{\text{ХВ}}\right)$$

$$\omega_K = \omega_0(1 - s_K) = 102(1 - 0,454) = 56 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \left(570 \frac{\text{об}}{\text{ХВ}}\right)$$

$$\omega_{\min} = \omega_0(1 - s_{\min}) = 102(1 - 0,8) = 20 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \left(190 \frac{\text{об}}{\text{ХВ}}\right)$$

$$\omega_n = \omega_0(1 - s_n) = 102(1 - 1) = 0 \frac{\text{рад}}{\text{с}} \left(0 \frac{\text{об}}{\text{ХВ}}\right)$$

Таблиця 3.1

**Розрахункові дані для побудови механічної характеристики  
електродвигуна**

S	0	0,082	0,421	0,8	1
$\omega$ , рад/с	102	92	56	20	0
M, Н·м	0	3,926	6,281	5,104	5,496
M', Н·м	0	3,926	5,653	4,083	4,672
M'', Н·м	0	3,543	5,102	3,685	4,216

**Розрахунок і побудова механічної характеристики робочої машини.**

Розраховуємо механічну характеристику вентилятора за формулою:

$$M_c = M_0 + (M_{сн} - M_0) * \left(\frac{\omega}{\omega_H}\right)^x \quad (3.9)$$

Де:

$M_c$  – момент статичних опорів;

$M_0$  – початковий момент;

$\omega$ ,  $\omega_H$  – задане і номінальне значення кутової швидкості;

$M_{сн}$  – момент статичних опорів при номінальній кутовій швидкості;

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ			Арк.
							24	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

X – показник степеня;

а) номінальний момент вентилятора:

$$M_{сн} = 9550 \frac{P_H}{n_H} = 9550 \frac{0,55}{930} = 5,648 \text{ Н * м} \quad (3.10)$$

б) номінальна кутова швидкість вентилятора:

$$\omega_H = \frac{2 * \pi * 930}{60} = 97,3 \text{ рад/с} \quad (3.11)$$

в) момент зрушення:

$$M_0 = 0,1 * M_{сн} = 0,565 \text{ рад/с} \quad (3.12)$$

Знаючи  $M_{сн}$ ,  $\omega_H$ ,  $M_0$ , підставляємо значення у формулу для розрахунку механічної характеристики при  $x=2$ . Та отримані значення заносимо до табл.3.2

Таблиця 3.2

$\omega_{р,м}$ , рад /с	0	10	20	30	40	60	70	97,3	104
$M_c$ , Н * м	0,565	0,618	0,779	1,047	1,422	2,494	3,191	5,639	6,361

Будуємо характеристику на (рис. 3.1)

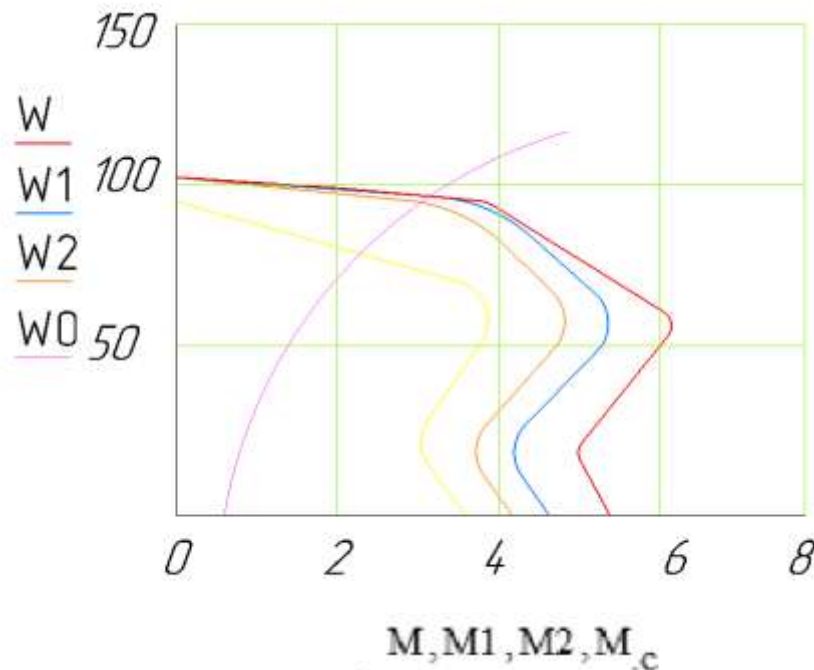


Рис.3.1 характеристика електродвигуна

**Визначення тривалості пуску електродвигуна і побудова його навантажувальної діаграми.**

На кожній ділянці визначаємо динамічний момент привода  $M_{дин}$  за формулою:

$$M_{дин} = M_{дв} - M_c \quad (3.12)$$

$M_{дв}$  та  $M_c$  визначені графоаналітичним методом.

Розрахунок динамічного моменту привода вентилятора

Таблиця 3.3

W, рад/с	5	10	15	20	25	35	50	60	75	83
Мдв, Н·м	4,4	3,9	3,75	3,7	3,74	4,2	4,8	4,87	4,65	4,2
Мс, Н·м	0,6	0,7	0,72	0,8	0,87	1,2	2,07	2,5	3,5	4,2
Мдин, Н·м	3,8	3,2	3,03	2,9	2,87	3	2,73	2,37	1,15	0

Усереднюємо динамічний момент на ділянках за виразом:

$$M_{дин.сер} = \frac{M_{дин1} + M_{дин1}}{2} = \frac{3,8 + 3,2}{2} = 3,5 \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.13)$$

За даною формулою розраховуємо решту значень та заносимо до (табл. 3.4)

Таблиця 3.4

W, рад/с	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2
Мдин.сер, Н·м	3,5	3,115	2,965	2,885	2,935	2,865	2,55	1,76	0,575
$\Delta t$ , с	0,121	0,136	0,143	0,147	0,144	0,148	0,166	0,24	0,736

Момент інерції, зведений до вала двигуна, визначаємо за формулою:

$$J_{зв} = 0,018 + 0,0279 = 0,046 \text{ кг} \cdot \text{м}^2 \quad (3.14)$$

Визначаємо приріст швидкості  $\Delta t$  на кожній ділянці:

$$\Delta t = J_{зв} * \frac{\Delta \omega_i}{M_{дин}} = \frac{0,046 * 9,2}{3,5} = 0,121 \text{ с} \quad (3.15)$$

Визначаємо час пуску електродвигуна:

$$t_{пуску} = \sum \Delta t_i = 0,121 + 0,136 + 0,143 + 0,147 + 0,144 + 0,148 + 0,166 + 0,24 + 0,736 = 1,981 \text{ с} \quad (3.16)$$

										Арк.
										26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ					

### Перевірка вибраного двигуна за тепловим режимом під час пуску

Перевірку за тепловим режимом під час пуску виконуємо за формулою:

$$80 > 3,8 \cdot 1,981 = 7,5 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Таким чином, двигун під час пуску не перегріватиметься.

Перевірку двигуна на пусковий момент виконуємо за формулою:

$$0,8 \cdot 5,496 = 4,39 > M_{зр. \text{ р.м.}} = 0,565 \text{ Н}\cdot\text{м.} \quad (3.17)$$

Отже, двигун успішно запустить робочу машину. [4]

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## Електродвигуни робочих машин пташника-відгодівельника

Назва і тип робочої машини	Коефіцієнт завантаження	Електродвигун						Примітка
		Тип	Встановлена потужність, кВт	Номинальний струм, А	Частота обертання, об/х	Виконання за ступенем захисту, IPXX	Виконання за способом монтажу, IMXXXX	
Тепловентилятор Solveno RMX 93 ACV	1	AIP80B2U2	2,2	4,85	2800/3000	IP54	IM1081	8 шт.
Комплект витяжних вентиляторів Клімат47М-02	1	AIP80-A6U2	0,37	1,1	960	IP55	IM9241	6 шт.
Кормороздавач Plasson Advanced	0,3	MS 112L-4	5,5	11	1500	IP54	IM2081	1 шт.
Гноєприбиральний транспортер МПС-2М	0,9	AIP80B2U2	2,2	4,85	2800/3000	IP54	IM3081	1 шт.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

### 3.2 Вибір апаратури керування і захисту

Для електродвигуна гноєприбирального транспортера ТС-1 проведемо вибір пуско-захисної апаратури. Для привода транспортера застосовується електродвигун АИР112МА6У2, потужністю  $P = 3,0$  кВт, номінальний струм двигуна  $I_{н.дв} = 7,1$  А, кратність пускового струму  $K_i = 6,0$ .

Автоматичний вимикач вибирають за умовами:

1.  $U_{авт.} \geq U_{мережі}$  ;
2.  $I_{н.авт.} \geq I_{н.дв.}$  ;
3.  $I_{н.розч.} \geq I_{н.дв.}$  ;
4.  $I_{відс.} \geq K_3 K_{ру} K_{рс} K_i I_{н.дв.}$ ,

де:  $K_3$  - коефіцієнт запасу,  $K_3=1,1$ ;  $K_{ру}$  – коефіцієнт, який враховує розкид уставки розчіплювача,  $K_{ру}=1,25$ ;  $K_{рс}$ - коефіцієнт, який враховує допустиме відхилення пускового струму двигуна,  $K_{рс}=1,2$ ;  $K_i$ - кратність пускового струму двигуна. [8]

Вибираємо автоматичний вимикач ВА2001-3Р-С-10А [9]:

$$U_{авт.} = 380 \text{ В}, \quad U_{мережі} = 380 \text{ В};$$

$$I_{ном.авт.} = 10 \text{ А}, \quad I_{ном.дв.} = 7,1 \text{ А};$$

$$I_{ном.розч.} = 10 \text{ А} \quad I_{ном.дв.} = 7,1 \text{ А};$$

$$I_{відс.} = 10 I_{ном.розч.} = 10 \cdot 16 = 160 \text{ А}.$$

$160 \text{ А} > 1,1 > 1,25 > 1,2 \cdot 6 < 7,1 = 70,3 \text{ А}$  – умова перевірки виконується.

Електромагнітний пускач вибирають за умовами:

1.  $U_{ном.пуск.} \geq U_{мережі}$  ;
2.  $I_{ном.пуск.} \geq I_{ном.дв.}$  ;
3. за конструктивним виконанням;
4. за ступенем захисту;
5. за призначенням;
6. за наявністю, або відсутністю кнопок “пуск”, “стоп”, сигнальних ламп,

за напругою котушки і наявністю блок-контактів.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Для електродвигуна горизонтального транспортера ТСН-3,0Б вибираємо електромагнітний пускач ПМЛ – 1200 – 04Б [9]:

1.  $U_{\text{ном.пуск.}} = 380 \text{ В}$ ,  $U_{\text{мережі}} = 380 \text{ В}$ ;
2.  $I_{\text{ном.пуск.}} = 10 \text{ А}$ ,  $I_{\text{ном.дв.}} = 7,1 \text{ А}$ ;

Пускач надходить у комплекті з тепловим реле і одним замикаючим блокконтактом.

$$U_{\text{кот.пуск.}} = 220 \text{ В.}$$

Теплове реле вибирають за умовами:

1.  $U_{\text{т.р.}} \geq U_{\text{мережі}}$ ;
2.  $I_{\text{т.р.н.}} \geq I_{\text{н.дв.}}$  ;
3.  $I_{\text{уст.т.р.}} \geq I_{\text{н.дв.}}$  .

Вибираємо теплове реле типу РТЛ – 1014-О4:

1.  $U_{\text{т.р.}} = 380 \text{ А}$ ;
2.  $I_{\text{т.р.н.}} = 25 \text{ А}$ ;
3.  $I_{\text{уст.т.р.}} = 7,0 \dots 10,0 \text{ А}$ .

Для електродвигуна транспортера вибираємо електромагнітний пускач ПМЛ–1200–04Б з тепловим реле РТЛ– 1010-О4 ( $I_{\text{уст.т.р.}} = 3,8 \dots 6,0 \text{ А}$ ).

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3.3 Розрахунок освітлення

#### Світлотехнічний розрахунок приміщень птахоферми

Для забезпечення оптимального рівня освітленості на птахофермі та дотримання вимог нормативних документів було виконано детальний світлотехнічний розрахунок усіх основних і допоміжних приміщень. Розрахунки проводилися засобами програмного забезпечення **Dialux 3.3**, яке дозволяє проводити візуальне та чисельне моделювання розташування світильників, визначення рівнів освітленості, розподілу світлового потоку, розрахунку нерівномірності освітлення та енергоспоживання системи.[10]

#### Основне виробниче приміщення

- **Габарити приміщення:** 90 м × 18 м × 3 м
- **Площа приміщення:** 1620 м<sup>2</sup>
- **Робоча площа** (висота, на якій визначається освітленість): 0,8 м
- **Нормована освітленість згідно з ДБН В.2.5-28:2018:** не менше 50 лк
- **Результати розрахунку в Dialux :**
  - Середня освітленість: **54 лк**
  - Мінімальна освітленість: **25 лк**
  - Максимальна освітленість: **95 лк**
  - Коефіцієнт нерівномірності освітлення (min/avg): **0,47**

Згідно з результатами, середня освітленість пташника суттєво перевищує встановлену норму, що дозволяє створити комфортні умови для утримання птиці, її розвитку, а також спрощує виконання зоотехнічних і ветеринарних заходів. Рівномірність освітлення також відповідає допустимим межах, що гарантує відсутність різких перепадів яскравості у приміщенні.

#### Допоміжні приміщення

Окрім основного виробничого простору — пташника — на фермі передбачено низку допоміжних приміщень, для яких також було проведено світлотехнічне моделювання. Усі приміщення розраховувалися з урахуванням нормативних вимог згідно з СНіП 23-05-95 та ДБН В.2.5-28:2018.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Результати моделювання наведено в таблиці:

Кожне з приміщень було укомплектовано відповідною кількістю світильників, що забезпечують необхідний рівень освітленості. Світильники були підібрані з урахуванням типу приміщення, функціонального призначення та висоти підвісу.

Першим етапом розрахунку освітленості в DIALux є складання схеми приміщення та зміна стандартних налаштувань норм освітленості та типу приміщення (рис. 3.2).

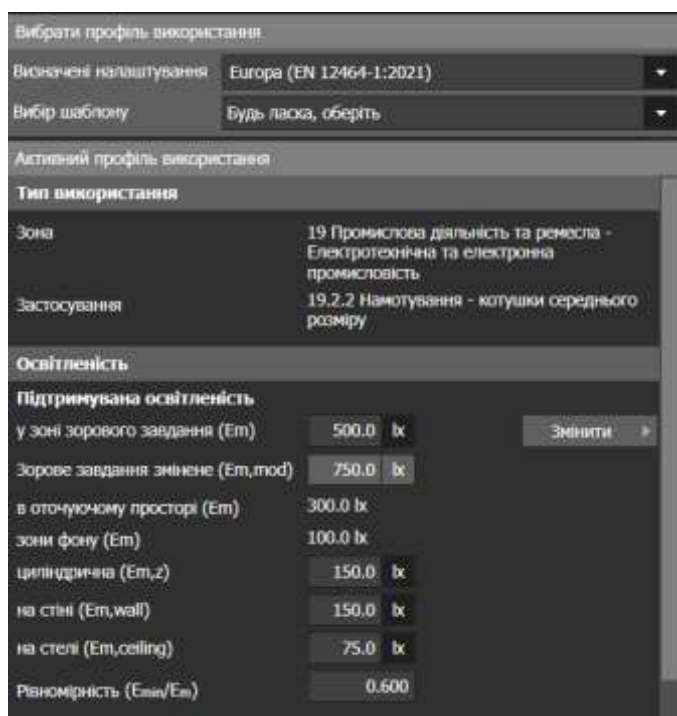


Рис. 3.2 – вікно задавання параметрів для кімнат.

Дану операцію проводимо для решти кімнат та зберігаємо налаштування.

Наступним етапом розрахунку є вибір світильників.

Приймаємо для кімнати №1 та №2 світильники типу "Philips LEDtube\_Ecofit\_16W\_G13\_865\_24D\_ND-IES.ies" Накресливши схему та вибравши світильники, можемо приступити до розрахунку. Для цього в меню «Світильники», обираємо автоматичне розміщення світильників, та з каталогу обираємо потрібний. Зберігаємо налаштування та отримуємо схему розміщення світильників на плані приміщення (рис. 3.3).

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

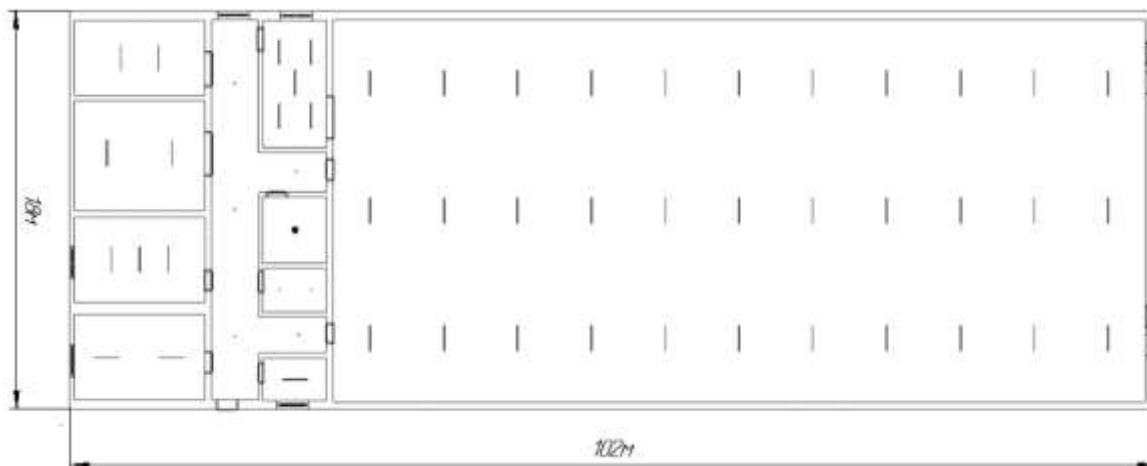


Рис. 3.3– схема розміщення світильників на плані приміщення.

DIALux, автоматично визначив кількість рядів та світильників в ряду. Для кімнати №1 та №2.

Кімната №1

Висота підвісу світильника 600мм;

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

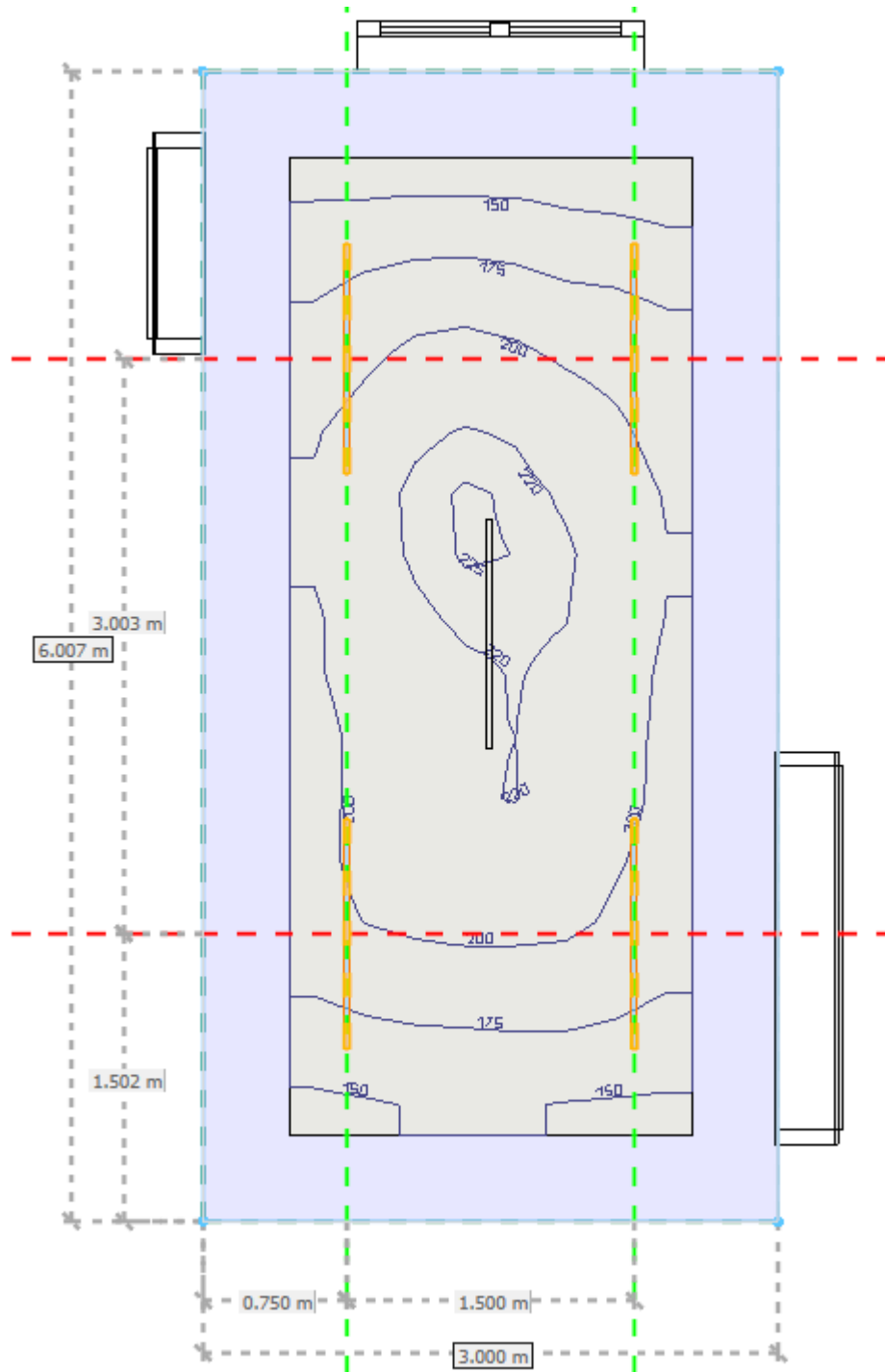


Рис. 3.4 – Розміщення світильників в приміщенні зважування

193 lx		0.73
Рабочая... (Перпендикулярная освещенность)		
	Фактическое	Заданное
Средн.	193 lx	≥ 200 lx
Min 1/1	141 lx	-
Max 1/1	225 lx	-
Мин./средн.	0.73	≥ 0.40
Мин./макс.	0.63	-
<b>Параметры</b>		
Высота	0.800 m	

Освітлення відповідає нормативам, світильник підібрано правильно.

### Кімната №2

- Висота підвісу світильника 600мм;
- Розміщення світильників в кімнаті (рис. 3.5).

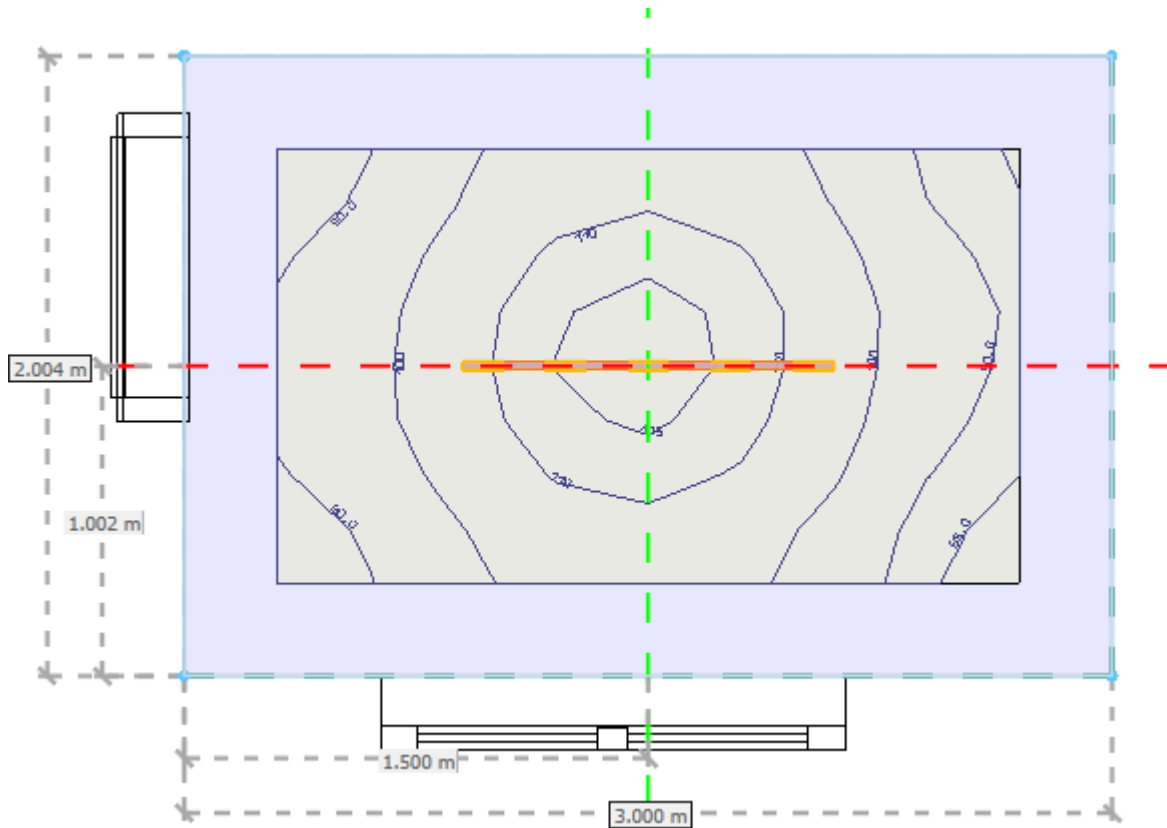
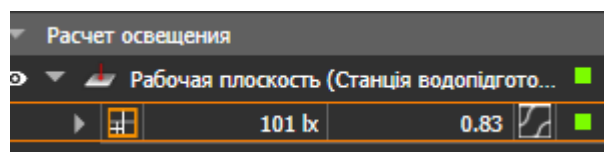


Рис. 3.5 – Розміщення світильників в насосній кімнаті



Освітлення відповідає нормативам, світильник підібрано правильно.

Останнім етапом розрахунку натискаємо на кнопку «Розрахунок» та отримуємо наступні значення (табл. 3.3.1).

## Розрахункові дані освітлення приміщення

№ з/п	Назва приміщення	Площа, м <sup>2</sup>	Фактична освітленість E, лк			Норма освітленості, лк
			E <sub>мін</sub>	E <sub>макс</sub>	E <sub>сер</sub>	
1	Основне приміщення — пташник	1620	28	94	54	50
2	Санпропускник + душова	24	64	122	93	100
3	Склад кормів	30	28	73	51	50
4	Приміщення зважування та сортування	21	144	229	193	200
5	Склад підстилки / тари	21	71	31	51	50
6	Електрощитова + автоматика	9	123	255	192	200
7	Станція водопідготовки / насоса	6	83	116	101	100
8	Ветеринарія / міні-аптечка	6	125	167	151	150
9	Побутове приміщення для персоналу	24	88	221	153	150
10	Коридор	47	14	46	32	30

Змн.	Арк.
------	------

Таблиця 3.7

**Розрахунок освітлення основних виробничих приміщень**

Потужність до 100 Вт	Кількість світильників, шт.	Тип світильника	Висота підвісу, м
	33	LED Tube_Ecofit	2,8
	2	LED Tube_Ecofit	2,8
	2	LED Bulb	2,8
	5	LED Tube_Ecofit	2,8
	2	LED Tube_Ecofit	2,8
	1	Led Mini	2,8
	1	LED Tube_Ecofit	2,8
	2	LED Bulb	2,8
	3	LED Tube_Ecofit	2,8
	5	LED Bulb	2,8

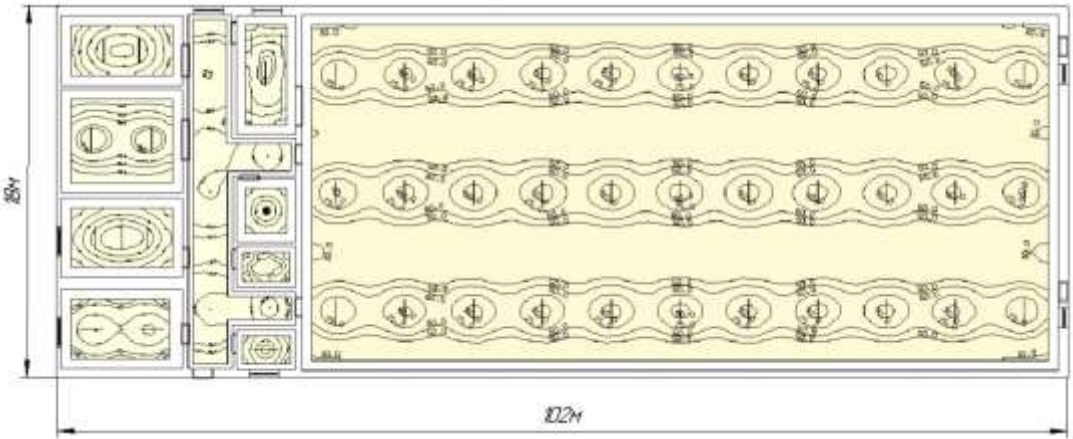


Рис. 3.6 - 2D візуалізація розподілу світлових потоків

**Енергетичний розрахунок**

В результаті моделювання в Dialux отримано також дані про загальне енергоспоживання системи освітлення.

- **Сумарне річне енергоспоживання:** 6400 кВт·год/рік
- **Кількість світильників у проекті:** (необхідно уточнити залежно від типів)
- **Середня потужність одного світильника:** залежить від використовуваних моделей (типовий діапазон — 12,2–24 Вт)

Вказане значення енергоспоживання є помірним для приміщення такої площі та відповідає сучасним стандартам енергоефективності.

## Розрахунок струмів освітлювальних груп

№ гр	Система групи	Номер приміщення на плані	Кількість ламп, шт.	Установлена потужність ламп, кВт	Примітка
1	A+N	1	33	0,528	
2	B+N	4,6,7,8	9	1,142	Потужність групи враховуючи розетки 1,04 кВт
3	C+N	2,3,5,9,10	14	1,235	Потужність групи враховуючи розетки 1,04 кВт

Струм кожної групи визначаємо згідно формули:

$$I_{гр} = \frac{P_{гр} \cdot 10^3}{U_{ф}}; \quad (3.18)$$

$$I_{гр1} = 0,528 \cdot 10^3 / 220 = 2,4 \text{ А};$$

$$I_{гр2} = 1,142 \cdot 10^3 / 220 = 5,19 \text{ А};$$

$$I_{гр3} = 1,235 \cdot 10^3 / 220 = 5,61 \text{ А};$$

Загальний струм в мережі освітлення:

$$I_p = I_{гр3} + I_{гр2} + I_{гр1};$$

$$I_p = 2,4 + 5,19 + 5,61 = 13,2 \text{ А}.$$

Для монтажу апаратів комутації та захисту освітлювальної мережі обираємо щит ПР11-3046-21УЗ ПР11-3046-54У1.

Вибір типу ввідного апарату:

Робочий струм на вводі в пташник визначаємо:

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- для мережі 220 В:

$$I_{\text{роб. в.}} = P / U_{\phi}, \text{ А} \quad (3.19)$$

- для мережі 380 В:

$$I_{\text{роб. в.}} = P / \sqrt{3}U_{\text{Л}} = P / 3U_{\phi}, \text{ А} \quad (3.20)$$

де  $I_{\text{роб. в.}}$  - робочий струм на вводі в пташник, А;

$P$  – загальна потужність системи освітлення, Вт;  $P= 869$  Вт.

$U_{\phi}$  – напруга мережі, В.  $U_{\phi} = 380$  В.

$$I_{\text{роб. в.}} = 869 / 380 = 2,2 \text{ А.}$$

Для захисту ввідного кабелю обираємо автоматичний вимикач ЕТІМАТ 6 АС 6кА зі струмом розчіплювача  $I_{\text{уст}} = 10$  А.

Перевіряємо:

$$I_{\text{уст.}} \geq I_{\text{роб.}};$$

$$10 \text{ А} \geq 2,2 \text{ А};$$

Даний вимикач відповідає умовам вибору.

За аналогією обираємо автоматичні вимикачі для групових ліній. Результати заносимо в таблиці 3.9.

Таблиця 3.9.

### Результат вибору автоматичних вимикачів

№ групи	Розрахунковий струм групи, $I_{\text{розр}}$	Тип автоматичного вимикача	Номінальна сила струму, А	
			Вимикача	Розчіплювачів
1	2,4	ЕТІМАТ 6 АС	6	10
2	5,19	ЕТІМАТ 6 АС	6	10
3	5,61	ЕТІМАТ 6 АС	6	10

### Вибір проводів

В основному приміщенні для утримання птиці освітлювальні мережі монтуємо проводом АПВ. Монтаж виконуємо на тросу.

Переріз проводів вибираємо з дотриманням умови.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

$$I_{\text{роб}} \leq I_{\text{дов. доп.}}, \quad (3.21)$$

де  $I_{\text{роб}}$  – розрахункова сила струму освітлювальної лінії, А;

$I_{\text{дов}}$  – тривалодопустима сила струму для проводу певного перерізу, А.

Робочий струм ввідної та групових ліній визначаємо за виразом:

– для мережі 220В:

$$I_{\text{роб}} = P / U_{\text{ф}} \cos\varphi, \text{ А} \quad (3.22)$$

– для мережі 380В:

$$I_{\text{роб}} = P / \sqrt{3} U_{\text{л}} \cos\varphi = P / 3 U_{\text{ф}} \cos\varphi, \text{ А} \quad (3.23)$$

де  $U_{\text{л}}$  – лінійна напруга, В.

$\cos\varphi$  – коефіцієнт потужності, від. од.;

$U_{\text{ф}}$  – фазна напруга, В;

Приймаємо для монтажу 1-ої групи провід АПВ 3×2,5 трьохжильний з тривалодопустимим струмом 19 А.

Перевіряємо відповідність проводу згідно умови:

$$I_{\text{роб}} \leq I_{\text{дов. доп.}},$$

5,61 А < 19 А – умова виконується, вибір проводу виконано вірно.

Аналогічно обираємо проводи для всіх груп.

Для подачі живлення до групового щита обираємо кабель АВВГ –4×4,0, з максимально допустимим струмом 20 А.

Перевіряємо провід на умову навантаження тривало допустимим струмом:

$$I_{\text{роб}} \leq I_{\text{дов. доп.}},$$

2,2 А < 20 А – умова виконується.

Вибір кабелю виконано вірно.

Результат вибору кабелів та проводів для монтажу ліній живлення освітлювальних мереж наведено в таблиці 3.20

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

## Результати вибору проводів

№п/п	Назва споживача	Марка провода (кабеля)	Кількість жил	Допустимий струм жили	Площа поперечного перерізу	Спосіб прокладання
1	Перша група	АПВ	3	19	2,5	На тросі
2	Друга група	АПВ	3	19	2,5	Під штукатуркою
3	Третя група	АПВ	3	19	2,5	Під штукатуркою
4	Ввод в ЦИТ	АВВГ	4	20	4	Відкрито на скобах

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 4

### АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРИ І ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ В ПТАШНИКУ

#### 4.1. Коротка характеристика вентиляційно-опалювальної установки

Для забезпечення стабільного мікроклімату у пташнику розмірами 90×18 м доцільно використовувати електричні тепловентилятори типу **Solveno RMX 93 ACV**, які спеціально призначені для промислових і сільськогосподарських об'єктів.

**Solveno RMX 93 ACV** — це вискоелективний тепловентилятор українського виробництва, який працює від трифазної мережі 400 В і забезпечує теплову потужність від 23 до 117 кВт залежно від налаштувань. Обладнання відзначається високою надійністю, безпечністю для тварин і птахів (відсутність відкритого полум'я та продуктів згоряння), а також можливістю автоматизованого керування за допомогою термостатів або контролерів мікроклімату.

Основні вузли тепловентилятора включають:

- металевий корпус з теплоізоляцією;
- потужний осьовий вентилятор із захисною решіткою;
- водонагрівальний теплообмінник;
- вбудований захист від перегріву;
- реле температури та можливість підключення зовнішнього термостата.

Таблиця 4.1

#### Технічні характеристики Solveno RMX 93 ACV:

Показник	Значення
Живлення	3~400 В, 50 Гц
Повітряний потік, м <sup>3</sup> /год	5600
Ступені регулювання потужності	2
Температурний діапазон, °С	0...+40

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Клас захисту	IP44
Частота обертання робочого колеса вентилятора, об/хв	1350–1400
Діаметр робочого колеса, мм	560
Тип калорифера	HE100
Тип вентилятора	AW 560-4DK
Тип електродвигуна	AIP80B2Y2
Ящик керування	Я5116
Номінальна потужність електродвигуна, кВт	2,2
Глибина, мм	900
Ширина, мм	1250
Висота, мм	1230
Маса, кг	88
Теплова потужність, кВт	117
Струм споживання, А	187
Повітряний потік, м <sup>3</sup> /год	9500
Ступені регулювання потужності	3
Температурний діапазон, °С	0...+40
Клас захисту	IP44

Тепловентилятори **Solveno** монтуються у верхній частині пташника рівномірно по довжині будівлі. Для нашого об'єкта достатньо **8 одиниць Solveno RMX 93 ACV**, розміщених на відстані приблизно 10–15 м один від одного для забезпечення рівномірного розподілу тепла.

#### 4.2. Обґрунтування та вибір параметрів автоматизації, розробка функціональної схеми

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Модель автоматичного регулювання температури та відносної вологості повітря в пташнику під час опалювального сезону базується на забезпеченні оптимального мікроклімату за допомогою сучасних засобів автоматизації.

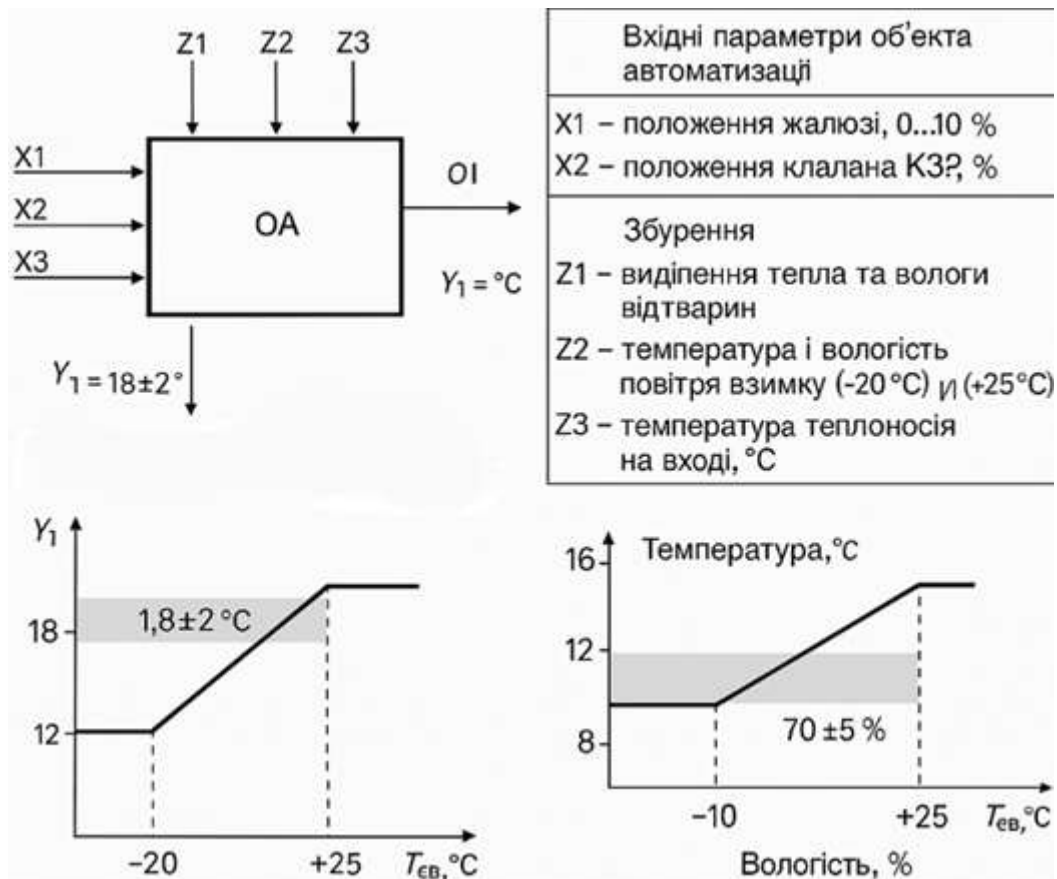


Рис. 4.1 Функціональна схема автоматизації

**Вхідні параметри об'єкта автоматизації:**

- X1 – положення жалюзі (%),
- X2 – ступінь відкриття регулюючого клапана КЗР (%),
- X3 – продуктивність вентилятора Q=3000...6000 м³/год.

**Вихідні параметри системи управління:**

- Y1 – температура повітря у приміщенні (18±2)°C,
- Y2 – відносна вологість повітря (70±5)%.

**Збурення:**

- Z1 – тепловиділення та вологовиділення від птахів,
- Z2 – температура і вологість зовнішнього повітря (зима: -20°C; літо: +25°C),

**Z3** – температура теплоносія на вході (°C).

### **Локальні системи автоматичного регулювання, захисту та контролю**

Основний режим роботи системи – **автоматичне регулювання температури припливного повітря** з використанням водяного калорифера. Цей процес реалізується за допомогою мікроконтролерного комплексу, до складу якого входять первинні датчики температури (Тзов., Тзв., Тпр., Тприм.) і датчик відносної вологості повітря (Двл). Мікроконтролер керує виконавчими механізмами, зокрема:

- привід жалюзі (Velimo), який регулює співвідношення холодного та теплого повітря;
- привід регулюючого клапана (Siemens) типу КЗР, який забезпечує подачу теплоносія необхідної температури в режимі "нагрів припливного повітря" (графік залежності температур Тзов. і Тзв.).

Також система підтримує змінну продуктивність вентилятора відповідно до температури й вологості в приміщенні (температура  $+18 \pm 2$  °C, вологість  $70 \pm 5\%$ ). Мікроконтролер реалізує ПД-регулювання відповідно до заданих графіків.

**Літній режим** активується при перевищенні зовнішньої температури понад встановлену межу Твст.літ. ( $+25$  °C): вентилятор працює, жалюзі відкриті, а клапан КЗР повністю закритий.

**Автоматичний захист калорифера від замерзання** реалізується через термореле, встановлене на зворотному трубопроводі. При температурі понад  $+35$  °C воно подає сигнал на вимкнення вентилятора, закриття жалюзі та повне відкриття клапана КЗР. Захист також спрацьовує при надмірному зниженні температур Тзов. або Тпр.

**Контроль положення жалюзі** здійснюється за допомогою резистивного датчика у складі виконавчого механізму Velimo. Положення відображається у відсотках (0–100%) на дисплеї при натисканні відповідної кнопки.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Функціональна схема автоматизації створюється на основі технологічної схеми установки, аналізу характеристик об'єкта та сучасних технічних рішень, з урахуванням вимог ГОСТ 21.404-85.

Аналіз локальних систем автоматичного управління, захисту, блокування, контролю та сигналізації із зазначенням контрольованих параметрів наведено в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2

**Локальні системи автоматичного керування**

№	Назва функції	Робочі межі	Граничні значення	Виконавчі впливи	Засоби автоматизації
1	Регулювання температури та вологості повітря	$18^{\circ}\text{C} \leq \theta \leq 20^{\circ}\text{C}$ $70\% \leq \varphi \leq 75\%$ 5%	$\theta < 18^{\circ}\text{C}$ ; $\varphi > 75\%$	Відкривання/закривання жалюзі, керування вентилятором, регулювання клапана КЗР	Мікроконтролер з датчиками температури та вологості, Belimo, Siemens
2	Захист калорифера від замерзання	$\theta \leq 35^{\circ}\text{C}$	$\theta \geq 35^{\circ}\text{C}$	Вимкнення вентилятора, повне відкривання клапана, закриття жалюзі	Термореле
3	Контроль положення жалюзі	0...100%	-	Визначення положення заслінки	Резистивний датчик, дисплей контролера

## Принцип дії системи автоматизації

Мікропроцесорний контролер на підставі сигналів від датчиків температури (Тзов., Тзв., Тпр.) та вологості (Дал.) виконує PID-регулювання:

- Velimo регулює положення жалюзі для змішування теплого і холодного повітря,
- МЗП регулює подачу теплоносія через клапан КЗР,
- Продуктивність вентилятора регулюється залежно від внутрішньої температури та вологості.

Влітку при температурі зовнішнього повітря вище  $+25^{\circ}\text{C}$  жалюзі повністю відкриті, вентилятор працює на максимальній потужності, клапан КЗР закритий.

Для запобігання замерзанню калорифера передбачено аварійне відключення вентилятора та відкривання клапана при  $\theta > 35^{\circ}\text{C}$  (сигнал з термореле).

Положення жалюзі контролюється за допомогою резистивного датчика. Інформація виводиться на дисплей у вигляді цифрового значення від 0 до 100%.

### 4.3. Розрахунок і вибір засобів та систем автоматизації

Для забезпечення ефективного регулювання температури та вологості повітря в приміщенні пташника, а також реалізації режимів захисту та контролю, обрана система автоматизації базується на мікропроцесорному контролері ТРМ-133, що керує виконавчими механізмами відповідно до сигналів з датчиків. Вибір технічних засобів здійснювався з урахуванням вимог до точності вимірювання, чутливості, інерційності, а також до умов експлуатації в агресивному середовищі тваринницького господарства.

#### До складу засобів автоматизації входять:

- первинні датчики температури, вологості, положення;
- виконавчі електромеханізми для управління заслінками та регулюючими клапанами;
- сигналізаційні пристрої (звукові та світлові);
- контролери з універсальними входами/виходами;

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- пристрої захисту та блокування.

Таблиця 4.3

### Технічні характеристики контролера ТРМ-133

Параметр	Значення
Живлення	90...245 В, 47–63 Гц
Споживана потужність	≤ 10 ВА
Кількість каналів вимірювання	7
Дискретні входи	6
Виходи: реле / ЦАП	4 реле (220 В, 4 А) / 2 ЦАП (4–20 мА, 0–10 В)
Типи датчиків	ТСП, ТСМ, ТСН, ТХК, 4–20 мА, 0–2 кОм
Корпус	DIN12М, ступінь захисту IP20
Розміри	157×86×58 мм
Маса	≤ 0,5 кг
Термін служби	10 років

Контролер забезпечує не тільки вимірювання температурних та вологісних параметрів, але й реалізує ПД-регулювання відповідно до заданих графіків, а також логіку захисту та аварійного відключення системи.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

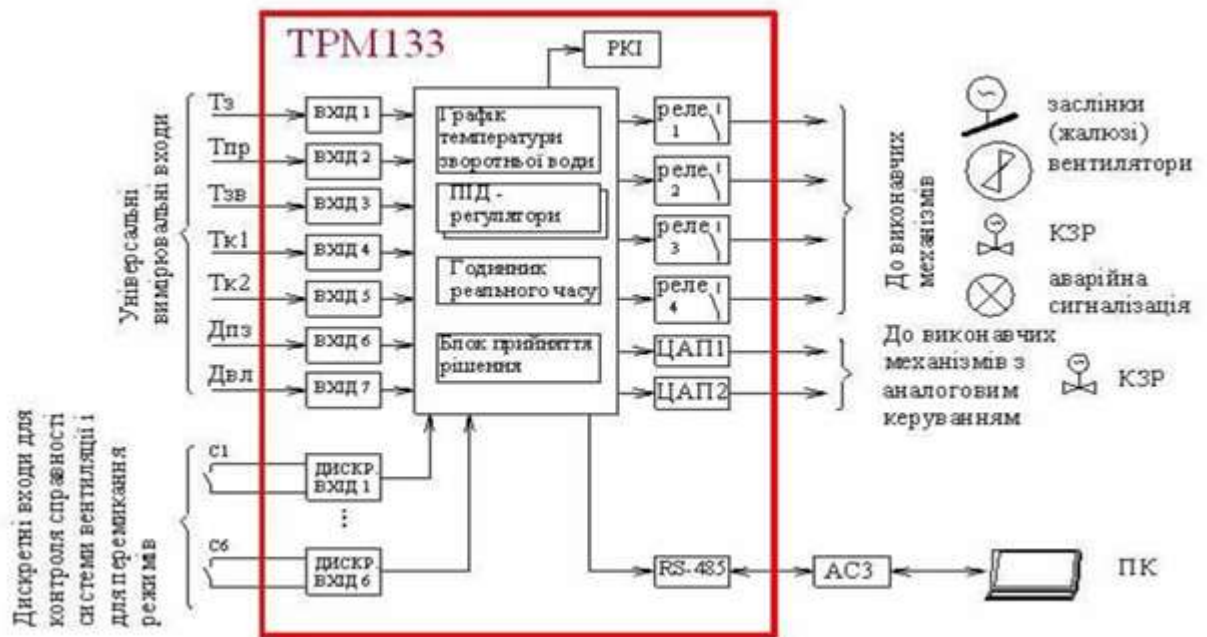


Рис. 4.2 Функціональна схема приладу [11]

### Вхідні/вихідні сигнали контролера TRM-133

#### Універсальні входи:

- Температура зовнішнього повітря (Тз)
- Температура припливного повітря (Тпр)
- Зворотна температура теплоносія (Тзв)
- Температура приміщення (Тк<sub>1</sub>, Тк<sub>2</sub>)
- Вологість (Двл)
- Положення жалюзі (Дпз)

#### Дискретні входи:

- С1 – перемикання режимів (таймер/тумблер)
- С2 – контроль витрати повітря
- С3 – сигнал засмічення фільтру
- С4 – перехід у режим захисту від замерзання
- С5 – сигнал пожежної тривоги
- С6 – контроль витяжного вентилятора

#### Виходи:

- Управління жалюзі (Belimo)
- Регулювання клапана КЗР (Siemens)

- Включення вентилятора
- Увімкнення аварійної сигналізації

Таблиця 4.4

**Виконавчий механізм Belimo SM230A-S**

Параметр	Значення
Номінальний момент	40 Н·м
Час повного ходу	150 с
Споживана потужність	3 ВА
Живлення	220 В, 50 Гц
Ступінь захисту	IP54
Маса	1,7 кг

Призначення — привід для жалюзі. Має вбудований реостатний датчик положення (БДР-6), що дозволяє відобразити ступінь відкриття заслінки (0...100%).

Таблиця 4.5

**Виконавчий механізм Siemens-SKD62**

Параметр	Значення
Зусилля на шток	1600 Н
Час повного ходу	60 с
Хід штока	20 мм
Потужність	7 ВА
Живлення	220 В, 50 Гц
Захист	IP54

Параметр	Значення
Тип клапана	Siemens клапани серій VVF, VVG
Маса	2,2 кг

Забезпечує регулювання подачі теплоносія в калорифер за сигналами з ПД-регулятора. Має захист від одночасної подачі протилежних сигналів.

### Засоби захисту

Для запобігання замерзанню калорифера встановлено термореле ТРМ11-10. Додатковий контроль здійснюється біметалевими термометрами ROSMA БТ32.211 (діапазон  $-50...+100^{\circ}\text{C}$ , довжина робочої частини 46 мм, робочий тиск 25 атм).

### Сигналізація

У разі виникнення аварійної ситуації система вмикає звуковий пристрій ЗД-47 або світлову індикацію на щиті керування.

#### 4.4. Розробка принципової електричної схеми, аналіз роботи системи

Принципова електрична схема є важливим етапом реалізації системи автоматизації мікроклімату у птахівничому приміщенні. Вона розроблена на основі функціональної схеми та технічних рішень, прийнятих у попередніх розділах. Основною метою є забезпечення автоматизованого та ручного керування температурою, вологістю, вентиляцією та безпекою обладнання.

До складу електричної схеми входять:

- **Контролер ТРМ-133 (А1)** — головний елемент автоматизованої системи управління. Він реалізує функції вимірювання, аналізу, управління та індикації параметрів мікроклімату. Має універсальні аналогові входи для підключення температурних та вологісних датчиків, а також 6 дискретних входів для контролю стану обладнання. Виходи контролера використовуються для управління виконавчими механізмами, вентиляторами та сигналізацією.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

- **Електропривод заслінок Belimo з блоком датчиків положення БДР-6** — забезпечує регулювання припливу повітря за допомогою жалюзі відповідно до температури зовнішнього та припливного повітря.
- **Виконавчий механізм Siemens для регулювання клапана КЗР** — керує подачею теплоносія до калорифера, враховуючи температуру зворотної води та температуру зовнішнього повітря.
- **Проміжні реле KV1-KV4** — забезпечують надійну комутацію у колах управління виконавчими механізмами.
- **Термореле ТРМ-11** — здійснює аварійний захист калорифера від замерзання, забезпечуючи сигнал аварії при досягненні критично низьких температур.
- **Біметалічні термометри типу БТ32.211** — використовуються для візуального контролю температури на вході та виході теплоносія.

Для зміни режимів роботи системи (АВТОМАТИЧНИЙ/РУЧНИЙ) використано **пакетно-кулачкові перемикачі SA1 та SA2**, перемикання тепловентиляторів здійснюється через **автоматичні вимикачі QF1, QF2**. Додаткові контакти цих елементів увімкнені в кола управління, що дозволяє реалізувати логічні умови для роботи пристроїв.

Контролер працює за алгоритмом ПД-регулювання. Завдяки можливості програмування він підтримує стабільну температуру припливного повітря, регулюючи інтенсивність обігріву, положення заслінок і частоту роботи вентиляторів. Це забезпечує оптимальний мікроклімат для утримання птиці з урахуванням заданого добового чи сезонного графіка.

На основі розробленої функціональної схеми побудована принципова електрична схема, яка включає всі електричні з'єднання, контакти реле, перемикачів, входи/виходи контролера, електродвигуни та датчики. Для зручності інтерпретації складено таблицю позиційних позначень, де вказано найменування кожного елемента, його умовне графічне позначення та технічні параметри.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

## Перелік елементів принципової електричної схеми

Позначення	Найменування	Тип/Модель	Примітка
A1	Мікроконтролер	ТРМ-133	Центральний елемент системи
M1, M2	Тепловентилятори	Двошвидкісні електродвигуни	Автоматичне/ручне керування
Belimo	Виконавчий механізм заслінки	Belimo SM230A-S	З блоком датчиків БДР-6
Siemens	Виконавчий механізм клапана	Siemens-SKD62	Прямохідний
SA1, SA2	Пакетно-кулачкові перемикачі	-	Перемикач режимів
QF1, QF2	Автоматичні вимикачі	-	Захист двигунів
KV1–KV4	Проміжні реле	-	Для логіки керування
ТРМ-11	Термореле	ТРМ-11-10	Захист калорифера
T1–T3	Температурні датчики	ТСП/ТСМ	Внутрішні та зовнішні температури
RH	Датчик вологості	4–20 мА	Струмний вихід
ТМ	Біметалічний термометр	ROSMA БТ32.211	Контроль входу/виходу теплоносія
AL	Звукова сигналізація	ЗД-47	Для аварійного повідомлення

						02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			53

Таке технічне рішення забезпечує високий рівень автоматизації процесів регулювання мікроклімату в пташнику, дозволяє знизити енергоспоживання, мінімізувати людський фактор та підвищити біобезпеку.

#### 4.5 Розрахунок і вибір елементів схеми керування

На цьому етапі розглядається обґрунтований вибір ключових елементів електричної схеми керування мікрокліматом у пташнику. Враховуючи режим роботи тепловентиляційної установки, вибір апаратів здійснюється з урахуванням їх електричних навантажень, функціонального призначення, захисних властивостей та експлуатаційної надійності.

##### Вибір запобіжника FU1

Запобіжник FU1 призначено для захисту ланцюгів керування від аварійних режимів, зокрема короткого замикання. Для визначення відповідного номінального струму запобіжника проводиться розрахунок загального робочого струму елементів схеми керування:

$$I_p = 0,1(I_{п.КМ2} + I_{п.КМ3}) + I_{п.А1} + I_{п.КМ5} + I_{п.КМ6} + I_{п.КV1} + I_{п.КV3} + I_{п.НЛ1} + I_{п.НЛ4} + I_{п.НЛ6} \quad (4.1)$$

$$I_p = 0,1(0,27 + 0,27) + 0,045 + 0,032 + 0,032 + 0,016 + 0,016 + 0,035 + 0,035 + 0,035 = 0,3 \text{ А} \quad (4.2)$$

Обрано запобіжник типу **ПРС-6УЗ** з плавкою вставкою **ПВД-2УЗ**, що має такі характеристики:

- Номінальний струм запобіжника: **6 А**
- Номінальний струм плавкої вставки: **2 А**

Перевірка умов:

$$I_z = 6 \text{ А} \geq I_p = 0,3 \text{ А} \quad (4.3)$$

$$I_{пл.вст.} = 2 \text{ А} \geq I_p = 0,3 \text{ А} \quad (4.4)$$

Таким чином, вибраний запобіжник повністю відповідає вимогам захисту електричних кіл.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

## Вибір перемикача SA1

Перемикач SA1 реалізує перемикання між автоматичним і ручним режимами керування. При виборі враховуються параметри напруги та робочого струму, а також конструктивна придатність до експлуатації в агресивному середовищі.

### Вимоги:

- Номінальна напруга перемикача:  $U_n \geq 220 \text{ В}$
- Номінальний струм:  $I_n \geq 0,3 \text{ А}$

**Обрано:** пакетно-кулачковий перемикач ПКп Е10/4.125, характеристики:

- Номінальна напруга: **660 В**
- Номінальний струм: **16 А**
- Кількість контактів: **12**
- Ступінь захисту: **IP54**

Перемикач відповідає всім вимогам за струмом, напругою та функціональністю.

Таблиця 4.7

### Характеристика електричних апаратів керування і захисту

Позначення на схемі	Тип і потужність силового електроприймача	Тип, марка електричного апарата	Напруга, В	Котушка потужність, ВА	Додаткові контакти	Струм, А	Примітки
KM1 – KM3	Вентилятори 2,2 кВт	Магнітний пускач ПМЕ-211	220	55 (втяг.), 6 (утрим.)	2з + 1р	8	Встановлено на DIN-рейці
KM4 – KM5	Тепловентилятори Frico FFL60	Пускач ПМ12-010	220	60 / 7	3з	9	-
QF1 – QF3	Лінії живлення 400 В	Автоматичний	–	–	–	20	3 трьома фазами

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		
						55

Позначення на схемі	Тип і потужність силового електроприймача	Тип, марка електричного апарата	Напруга, В	Котушка потужність, ВА	Додаткові контакти	Струм, А	Примітки
		вимикач ВА47-63 С20					
SA1	Перемикання режимів	Перемикач ПКп E10/4.125	660	–	12	16	Авто / Ручне
HL1 – HL3	Світлова сигналізація	Сигнальна арматура АМЕ-220Ч	220	–	–	0.035	Колір – червоний, жовтий, зелений

Таблиця 4.8

**Характеристики елементів кола керування, які мають котушки і додаткові контакти**

Позначення на схемі	U, В	Потужність (Втягування Утримання), ВА	К-ть контактів	Струм комутації, А	Примітка
KV1 – KV2	220	50 / 6	4з	6	Проміжні реле РП21
KV3	220	48 / 6	2з	5	Для керування індикацією

Позначення на схемі	U, В	Потужність (Втягування Утримання), ВА	К-ть контактів	Струм комутації, А	Примітка
KM1 – KM5 (катушки)	220	55 / 6	–	–	Пускачі вентиляторів
HL1 – HL3	220	–	–	0.035	Сигнальні лампи
A1 (TPM-133)	220	45	–	–	Мікроконтролер

#### 4.6 Розробка схеми електричних з'єднань

На основі функціональної структури системи мікроклімату сформована схема електричних з'єднань, що враховує типи пристроїв, послідовність їх взаємодії, а також технологічні вимоги. Основними критеріями при розробці були: надійність, зручність монтажу та безпека експлуатації.

#### Конструктивні рішення

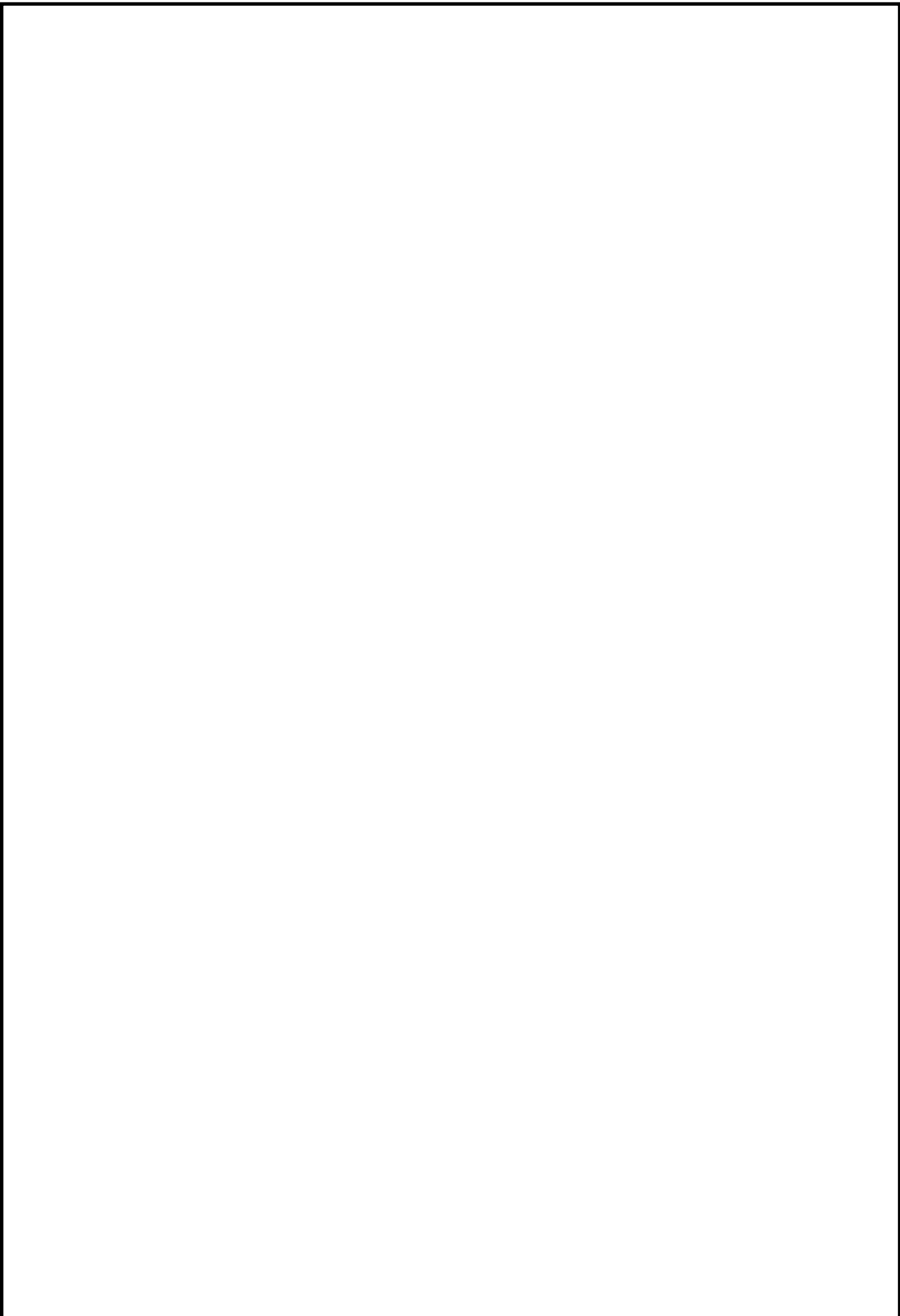
Для реалізації внутрішнього монтажу елементів використано металеву оболонку **ЯОА9203-3074УХЛЗ** розмірами 500×500×250 мм зі ступенем захисту **IP54**. Оболонка оснащена:

- DIN-рейкою для монтажу;
- сальниковими ущільненнями для вводу кабелів;
- контактною шиною "нуль";
- болтом заземлення;
- інформаційними табличками.

У схемі реалізовано:

- Живлення від трифазної мережі 400 В;
- Автоматичний/ручний вибір режиму;
- Індикацію стану;
- Аварійне вимкнення при перегріві (через термореле TPM-11);
- Керування вентиляторами через контролер TPM-133;
- Комутацію через проміжні реле.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57



					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

## РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ

Безпека праці є одним із ключових елементів організації ефективного та безперебійного виробничого процесу, особливо на дільницях, пов'язаних з ремонтом електрозварювального обладнання. Високі струми, а також наявність пилу, диму та нагрівальних елементів створюють потенційно небезпечне виробниче середовище, у якому порушення вимог охорони праці може мати серйозні наслідки.

Загальну відповідальність за стан охорони праці на підприємстві несе його керівництво. На дільниці з ремонту електрозварювального обладнання безпосередній контроль покладається на начальника цеху або дільниці, який забезпечує впровадження та дотримання технічних і організаційних заходів безпеки. Додатково постійний нагляд здійснюють фахівці з охорони праці.

Перед початком трудової діяльності всі працівники проходять вступний інструктаж, а також первинний інструктаж на робочому місці, з урахуванням специфіки роботи з електрозварювальними та електротехнічними пристроями. Всі інструктажі фіксуються у відповідному журналі. Працівники ознайомлюються з інструкціями з охорони праці щодо поводження з електроінструментом, зварювальними апаратами, ПЗВ та іншими пристроями електрозахисту.

На робочих місцях запроваджені локальні заходи безпеки, включаючи позначення небезпечних зон, розміщення попереджувальних знаків, та контроль справності обладнання. Працівникам безоплатно надаються засоби індивідуального захисту (СІЗ): спецодяг, діелектричне взуття, захисні окуляри, респіратори, рукавиці тощо.

Усі нещасні випадки, що можуть мати місце на дільниці, підлягають розслідуванню відповідно до чинного законодавства. Розслідування проводиться згідно з вимогами «Положення про розслідування та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві»[15]. За результатами

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розслідування складається акт за формою Н-1 та вноситься відповідний запис у журнал обліку нещасних випадків.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці та безпечної експлуатації електрозварювального обладнання є невід'ємною частиною роботи дільниці та суттєвим чинником збереження життя, здоров'я і працездатності персоналу.

### **5.1 Розробка організаційно-технічних заходів з охорони праці на дільниці ремонту електрозварювального обладнання**

Дільниця з ремонту електрозварювального обладнання відноситься до категорії об'єктів з підвищеною небезпекою через наявність електротехнічного устаткування, інтенсивне використання ручного інструменту, а також вплив шкідливих фізичних і хімічних чинників. З метою забезпечення безпечних умов праці, попередження виробничого травматизму та професійних захворювань необхідно впровадити комплекс організаційно-технічних заходів. [16]

#### **Аналіз небезпечних та шкідливих чинників**

На дільниці можуть діяти такі виробничі фактори:

#### **1. Хімічні та біологічні фактори**

Характер дії - загальнотоксичний, подразнювальний, сенсibiliзуючий, алергенний, канцерогенний, гостроспрямований; шляхи проникнення в організм працівника (через дихальні шляхи, систему травлення, шкіру, слизові оболонки)

#### **2. Пил**

Характер дії: алергенний, канцерогенний, фіброгенний (згідно з діючими нормативними документами) ».

#### **3. Шум, ультразвук, інфразвук**

- шум - широкосмуговий, вузькосмуговий або тональний, постійний, непостійний - мінливий, переривчастий, імпульсний;
- ультразвук - повітряний, контактний, низькочастотний, високочастотний».

#### **4. Вібрація**

Наявність факторів, що посилюють розвиток патологічного процесу:

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

для локальної вібрації - охолодження, змочування кінцівок (температура води, розчину, час охолодження), для загальної вібрації - мікроклімат, що нагріває, підвищена відносна вологість, підвищена швидкість руху повітря».

#### **5. Неіонізуюче випромінювання:**

- магнітне поле промислової частоти, 50 Гц;
- електричне поле промислової частоти, 50 Гц;
- магнітне та електричне поля радіочастот діапазонів (НЧ, СЧ, ВЧ, ДВЧ, УВЧ, НІЧ, НЗВЧ);
- напруженість електростатичного поля;
- лазерне випромінювання;
- ультрафіолетове випромінювання.

#### **6. Мікроклімат**

Температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, наявність інфрачервоного (теплого) випромінювання.

#### **7. Освітленість:**

- характеристики факторів зорової напруги;
- робота з оптичними приладами чи без них;
- найменший об'єкт розрізнення, міліметрів;
- контраст об'єкта розрізнення;
- характеристика фону».

#### **8. Ураження електричним струмом при пошкодженні ізоляції або неправильному користуванні обладнанням.**

##### **Організаційні заходи**

- Проведення обов'язкових інструктажів з охорони праці (вступний, первинний, повторний, позаплановий, цільовий);
- Призначення відповідального за електробезпеку та надання йому групи допуску;
- Складання графіків профілактичного обслуговування електрообладнання;
- Забезпечення ведення технічної документації: журнали перевірок, акти випробувань, протоколи обстежень.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

## Технічні заходи

- Встановлення сучасної припливно-витяжної вентиляції, розрахованої у попередньому розділі;
- Модернізація системи освітлення: заміна ламп на світлодіодні з нормативним рівнем освітленості;
- Заміна старої електропроводки, підбір кабелів відповідно до розрахованого теплового режиму;
- Встановлення диференційного захисту (ПЗВ) та автоматичних вимикачів з захистом від перевантажень;
- Обладнання робочих місць витяжними шафами, екранами для захисту від випромінювання;
- Розміщення вказівників і знаків безпеки (електробезпека, вогнегасники, вихід тощо). [17]

## Індивідуальні засоби захисту

- Використання спецодягу з вогнетривких матеріалів;
- Респіратори, захисні окуляри та екрани для очей;
- Діелектричні рукавички та взуття;
- Зварювальні маски при роботі зі зварювальними установками.

## Контроль і перевірки

- Щорічне вимірювання опору ізоляції, перевірка стану заземлення;
- Огляд вентиляційної системи і заміри повітряного середовища;
- Медичні огляди працівників відповідно до характеру робіт;
- Аналіз і оцінка ризиків на робочих місцях з періодичністю не менше одного разу на рік.

### **5.2. Розрахунок заземлювального пристрою повторного заземлення захисного проводу на вводі до виробничого об'єкту (типу «гребінка»).**

На вводі до електроустановки будинку (будівлі), в якій для захисту від непрямого дотику застосовується автоматичне вимкнення живлення за рішенням власника будинку (будівлі) рекомендовано влаштовувати повторне заземлення

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕN- (РЕ)-провідника, опір якого має бути не більше ніж 30 Ом. Для цього, перш за все, слід використовувати природні заземлювачі (арматуру фундаменту, з'єднану між собою безперервно – для будинків, що проектуються чи будуються) та заземлювачі грозозахисту будинку (ПУЕ 2017).

Заземлювач повторного заземлення захисного РЕ(РЕN)-провідника передбачається виконати типу «гребінка», що містить вертикальні електроди, розташовані вздовж відрізка прямої і об'єднані одним горизонтальним електродом.

В якості вертикальних електродів рекомендується використовувати круглі металеві стержні довжиною  $l$  ( $l=2$  м) і діаметром  $d$  ( $d=20$  мм), а горизонтального електроду – металеву штабу з поперечним перерізом  $b \times c$  ( $40 \times 4$  мм).

Розрахунок опору заземлювача здійснюється методом коефіцієнта використання. Який має наступний вигляд:

Розраховуємо еквівалентний питомий опір двошарового ґрунту за формулою:

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot l}{\rho_1 \cdot (t + l - h_1) + \rho_2 \cdot (h_1 - t)}, \quad (5.1)$$

де:  $\rho_1 = 60$  – питомий опір верхнього шару ґрунту, Ом/м;

$\rho_2 = 120$  – питомий опір нижнього шару ґрунту, Ом/м;

$h_1 = 0,6$  – глибина верхнього шару ґрунту, м;

$t = 0,5$  – глибина закладання електрода, м;

$l = 2$  – довжина вертикального електрода, м (питомі опори верхнього і нижнього шару ґрунту та глибина верхнього шару ґрунту для різних областей України наведено у додатку В).

Підставляємо наші значення у формулу та отримуємо:

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{60 \cdot 120 \cdot 2}{60 \cdot (0,5 + 2 - 0,6) + 120 \cdot (0,6 - 0,2)} = 88,8 \text{ Ом}. \quad (5.2)$$

Опір вертикального заземлювача  $R_{\text{в}}$  розраховують за формулою:

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	(5.3)	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			63

$$R_B = \frac{k_C \cdot \rho_{\text{екв}}}{2\pi l} \cdot \left( \log \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \log \frac{4h + l}{4h - l} \right),$$

де  $k_C=1,7$  – коефіцієнт сезонності, що враховує зміну питомого опору ґрунту залежно від пори року та кліматичної зони (значення коефіцієнту сезонності згідно кліматичних зон України. м. Костопіль II – зона);

$d=0,02$  – діаметр стержня з круглим поперечним перерізом, м;

$h=1,5$  – відстань від поверхні землі до середини стержня, м ( $h = t + 0,5 \cdot l$ ).

Отже,  $R_B$  дорівнює:

$$R_B = \frac{1,7 \cdot 88,8}{2 \cdot 3,14 \cdot 2} \cdot \left( \log \frac{2 \cdot 2}{0,02} + \frac{1}{2} \log \frac{4 \cdot 1 + 2}{4 \cdot 1 - 2} \right) = 7,3954 \text{ Ом.} \quad (5.4)$$

Визначаємо провідність вертикального стержня:

$$g_B = \frac{1}{R_B} = \frac{1}{7,3954} = 0,1352 \text{ См.} \quad (5.5)$$

Знаючи опір вертикального заземлювача, можемо попередньо визначити кількість стержнів (вертикальних) за формулою:

$$n = \frac{R_B}{R_{\text{ДЗ}}} = \frac{7,3954}{30} = 0,24 = 3 \text{ стержні.} \quad (5.6)$$

Вертикальні стержні розміщують вздовж відрізка прямої і з'єднують між собою горизонтальним заземлювачем, довжина якого  $l_\Gamma$  визначається за формулою:

$$l_\Gamma = 1,05 \cdot a \cdot n, \quad (5.7)$$

де  $a$  – відстань між вертикальними електродами.

$$l_\Gamma = 1,05 \cdot 1 \cdot 3 = 3,1 \text{ м.} \quad (5.8)$$

Опір горизонтального заземлювача  $R_\Gamma$  розраховують за формулою:

$$R_\Gamma = \frac{k_C \cdot \rho_{\text{екв}}}{2\pi l_\Gamma} \cdot \left( \log \frac{l_\Gamma^2}{\left(\frac{d}{2}\right) \cdot t} \right), \quad (5.9)$$

Де,  $k_C = 5,75$  – горизонтальний коефіцієнт сезонності.

(5.10)

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

$$R_r = \frac{5,75 \cdot 88,8}{2 \cdot 3,14 \cdot 3,1} \cdot \left( \log \frac{3,1^2}{\left(\frac{0,02}{2}\right) \cdot 0,5} \right) = 86,125 \text{ Ом.}$$

Провідність горизонтального стержні дорівнює:

$$g_r = \frac{1}{R_r} = \frac{1}{86,125} = 0,0116 \text{ См} \quad (5.11)$$

Розраховуємо коефіцієнт використання заземлювача типу «гребінка» за формулою:

$$B_2 = 0,88 \cdot \left( \frac{\rho_1}{\rho_2} \right)^{0,0645} = 0,44; \quad (5.12)$$

$$\beta_2 = 0,242 \cdot \left( \frac{\rho_1}{\rho_2} \right)^{-0,083} = 0,121 \quad (5.13)$$

$$\eta = B_2 \cdot n^{-\beta_2} = 0,87 \cdot 2^{-0,246} = 0,663 \quad (5.14)$$

Тепер визначається опір  $R_3$  заземлювача повторного заземлення захисного РЕ(PEN)-провідника:

$$R_3 = \frac{1}{\eta \cdot (n \cdot g_B + g_r)} = \frac{1}{0,663 \cdot (3 \cdot 0,1352 + 0,0116)} = 3,615 \text{ Ом} \quad (5.15)$$

Перевіряємо опір заземлювача на умову:

$$R_3 \leq R_{дз}; \quad (5.16)$$

$$3,615 \text{ Ом} \leq 30 \text{ Ом.}$$

Як бачимо, умова виконується отже, розрахунки виконано вірно.

Повторне заземлення захисного РЕ (або PEN) провідника виконано у вигляді двох вертикальних стрижнів довжиною 2 м та діаметром 20 мм, встановлених на відстані 1 м один від одного. Електроди з'єднані між собою, а також із спуском від РЕ (PEN)-провідника за допомогою металевої смуги перерізом 40 мм<sup>2</sup> і довжиною 3,1 м. З'єднання виконано зварним способом.

### 5.3. Розрахунок системи блискавкозахисту

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Для забезпечення безпеки ділянки з ремонту електрозварювального обладнання, розташованої в м. Чернігів, виконано розрахунок блискавкозахисту згідно з методикою, наведеною в ДСТУ EN 62305-1:2012.

Розміри будівлі:  $102 \times 18 \times 3$  м.

#### 1. Визначення ймовірності ураження блискавкою

Середня щільність ударів блискавки для м. Костопіль :  $N_9 = 6$  ударів/км<sup>2</sup>·рік.

Площа об'єкта:  $A = 102 \times 18 = 1836$  м<sup>2</sup>

Ймовірність ураження:  $N = N_9 \times A \times 10^{-6} = 6 \times 1836 \times 10^{-6} = 0,011016$  уражень/рік

Це менше ніж 0,02, отже, система потребує блискавкозахисту рівня III, згідно з ДСТУ EN 62305-2:2012.

#### 2. Вибір рівня захисту

Приймається рівень LPL-III, що відповідає допустимому значенню ймовірності ураження, передбаченому нормативами.

#### 3. Вибір блискавкоприймачів

Вибрано два стрижневі блискавковідводи висотою 5 м, розміщені по торцях будівлі. Кожен блискавкоприймач з'єднано з заземлювачем і металевими елементами будівлі згідно з вимогами ПУЕ.

#### 4. Зона захисту

Для рівня LPL-III кут захисту становить приблизно 45°. Радіус зони захисту на рівні покрівлі буде дорівнювати висоті блискавкоприймача:  $R \approx 5$  м.

Розташування двох приймачів по торцях будівлі (довжина 102 м) забезпечує повне перекриття зони даху.

#### 5. Розрахунок заземлення

Для забезпечення ефективного заземлення використовується контур із трьох вертикальних електродів:

- довжина кожного електрода: 3 м;
- діаметр: 16 мм;
- питомий опір ґрунту:  $\rho \approx 100$  Ом·м.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

Розрахунок опору одного електрода:  $R_1 \approx (\rho / (2\pi L)) \times (\ln(4L/d) - 1)$

Після підстановки:  $R_1 \approx (100 / (2 \times 3,14 \times 3)) \times (\ln(4 \times 3 / 0,016) - 1) \approx 30 \text{ Ом}$

Загальний опір при паралельному з'єднанні:  $R_{\text{заг}} \approx R_1 / 3 \approx 10 \text{ Ом}$ , що відповідає вимогам ПУЕ (не більше 10 Ом) [10].

Для захисту будівлі розмірами 102×18×3 м у м. Костопіль спроектовано блискавкозахист рівня LPL-III, що включає два стрижневі блискавкоприймачі та систему заземлення з трьох вертикальних електродів. Розрахунки виконано згідно з вимогами ДСТУ EN 62305-1:2012, ДСТУ EN 62305-2:2012 та ПУЕ. [19]

#### **5.4. Розробка комплексу заходів щодо запобігання виникненню пожежі на виробничому об'єкті**

Ремонтна ділянка електрозварювального обладнання належить до категорії пожежонебезпечних об'єктів через наявність джерел відкритого полум'я, високих температур, легкозаймистих матеріалів та електричного обладнання, що працює під високим навантаженням. Згідно з вимогами Правил пожежної безпеки в Україні (НАПБ А.01.001-2004), на такому об'єкті має бути розроблений та впроваджений комплекс організаційних і технічних заходів для попередження загорянь та локалізації можливих осередків пожежі.

Пожежна безпека повинна забезпечуватися шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на попередження пожеж, забезпечення безпеки людей, зниження можливих майнових втрат і зменшення негативних екологічних наслідків у разі їх виникнення, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж .

Організаційні заходи:

- Призначення відповідальної особи за пожежну безпеку.
- Проведення інструктажів з пожежної безпеки для всіх працівників.
- Розміщення на видимих місцях планів евакуації, вказівників напрямку виходу, схем дій у разі пожежі.
- Регулярне проведення протипожежних тренувань.
- Заборона зберігання займистих матеріалів поблизу джерел тепла.

Технічні заходи:

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

- Встановлення автоматичної системи виявлення та оповіщення про пожежу.
- Оснащення ділянки первинними засобами пожежогасіння — вогнегасниками (порошковими, вуглекислотними), відповідно до норм (не менше одного на 20 м<sup>2</sup>).
- Використання матеріалів з класом горючості Г1–Г2 для обшивки, ізоляції кабелів тощо.
- Організація вентиляційної системи з урахуванням можливого відведення диму.
- Розміщення електрозварювальних постів на відстані від горючих матеріалів, з використанням іскрозахисних екранів.

Електробезпека:

- Встановлення автоматичних вимикачів і пристроїв захисного відключення (ПЗВ).
- Щорічна перевірка стану електропроводки, вимірювання опору ізоляції.
- Підключення обладнання до мережі через справні та сертифіковані елементи.

Протипожежне водопостачання:

- Забезпечення доступу до пожежного гідранта або ємності з водою.
- Укомплектування приміщення внутрішнім пожежним краном. [18]

Реалізація комплексу заходів дозволить значно знизити ризик виникнення пожежі на ділянці з ремонту електрозварювального обладнання та забезпечити безпечні умови праці для персоналу.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

## РОЗДІЛ 6

### ОСНОВНІ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

#### Розрахунок економічної ефективності електрифікації та автоматизації технологічних процесів у бройлерній птахофермі на 28000 голів

Оцінка економічної ефективності автоматизованої системи управління мікрокліматом у бройлерній фермі здійснюється шляхом порівняння базового (ручного) та проектного (автоматизованого) варіантів утримання (табл. 6.1).

Таблиця 6.1

#### Показники економічної ефективності

№ п/п	Назва показника	Існуючий	Проектний
1.	Кошторисна вартість ферми, тис. грн	6700	6100
	у т.ч. вартість будівлі / обладнання	5200 / 1500	5000 / 1100
2.	Валове виробництво продукції, тис. кг м'яса	112	112
3.	Кількість обслуговуючого персоналу	7	3
4.	Витрати кормів на 1 голову на цикл (1 кг = 15 грн)	4,8 кг	4,2 кг
5.	Витрати підстилки на 1 голову (1 кг = 8 грн)	2,5 кг	1,5 кг
6.	Витрати палива на 1 голову за цикл (1 т = 6000 грн)	0,08 т	0,05 т
7.	Витрати ПММ на 1 голову за цикл (1 т = 7200 грн)	0,04 т	0,02 т
8.	Транспортні витрати	0,3 грн/гол.	0,25 грн/гол.
9.	Витрати електроенергії на 1 голову (1 кВт·год = 2,64 грн)	12 кВт·год	8 кВт·год
10.	Амортизація будівель / обладнання	6% / 10%	6% / 8%
11.	Інші прямі витрати на 1 голову	16%	13%
12.	Початкова вартість 1 голови молодняка	35 грн	35 грн
13.	Загальновиробничі витрати, грн	3650000	3280000
14.	Вихід побічної продукції (гній, пір'я)	20%	20%
15.	Реалізаційна ціна 1 кг м'яса	62 грн	62 грн

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

№ п/п	Назва показника	Існуючий	Проектний
16.	Витрати води на 1 голову за цикл (1 м <sup>3</sup> = 6,32 грн)	0,22 м <sup>3</sup>	0,17 м <sup>3</sup>
17.	Витрати на ветеринарне обслуговування	14 грн	11 грн

Розрахунок собівартості одиниці продукції:

$$\text{Взаг.1} = 3\,650\,000 \text{ грн}$$

$$\text{Овир.1} = 112\,000 \text{ кг}$$

$$C_1 = 3\,650\,000 / 112\,000 = 32,59 \text{ грн/кг} \quad (6.1)$$

$$\text{Взаг.2} = 3\,280\,000 \text{ грн}$$

$$\text{Овир.2} = 125\,000 \text{ кг}$$

$$C_2 = 3\,280\,000 / 125\,000 = 26,24 \text{ грн/кг}$$

Зниження собівартості:

$$\Delta C = (32,59 - 26,24) / 32,59 \times 100\% \approx 19,47\% \quad (6.2)$$

Продуктивність праці:

$$\text{Тзаг.1} = 280 \times 7 \times 7 = 13\,720 \text{ год} \quad (6.3)$$

$$\text{Тзаг.2} = 280 \times 7 \times 3 = 5\,880 \text{ год}$$

$$\text{Ппр.1} = 112\,000 / 13\,720 \approx 8,16 \text{ кг/год}$$

$$\text{Ппр.2} = 125\,000 / 5\,880 \approx 21,27 \text{ кг/год}$$

$$\Delta \text{Ппр} \approx (21,27 - 8,16) / 21,27 \times 100\% \approx 61,6\% \quad (6.4)$$

Прибуток:

$$\text{Ц} = 62 \text{ грн/кг}$$

$$D_2 = (62 - 26,24) \times 125\,000 \approx 4\,470\,000 \text{ грн} \quad (6.5)$$

Рентабельність:

$$P_2 = 4\,470\,000 / 3\,280\,000 \times 100\% \approx 136,3\% \quad (6.6)$$

Строк окупності:

$$\text{Кзаг.2} = 6\,100\,000 \text{ грн}$$

$$\text{Токуп} = 6\,100\,000 / 4\,470\,000 \approx 1,36 \text{ роки} \quad (6.7)$$

Річні приведені витрати:

$$E_H = 0,15$$

$$\text{Вприв.1} = 32,59 + 0,15 \times 6\,700\,000 / 112\,000 \approx 41,57 \text{ грн/кг} \quad (6.8)$$

$$\text{Вприв.2} = 26,24 + 0,15 \times 6\,100\,000 / 125\,000 \approx 33,56 \text{ грн/кг}$$

Річний економічний ефект:

$$E_{\text{річ}} = (41,57 - 33,56) \times 125\,000 \approx 1\,001\,250 \text{ грн} \quad (6.9)$$

Коефіцієнт економічної ефективності:

$$E = 1 / \text{Токуп} = 1 / 1,36 \approx 0,735 > 0,15 \quad (6.10)$$

Фондовіддача:

$$\text{Фвід.1} = 62 \times 112\,000 / 6\,700\,000 \approx 1,036$$

$$\text{Фвід.2} = 62 \times 125\,000 / 6\,100\,000 \approx 1,27$$

$$\Delta \text{Фвід} \approx (1,27 - 1,036) / 1,036 \times 100\% \approx 22,6\% \quad (6.11)$$

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВОК

У процесі виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи було комплексно досліджено й реалізовано проектні рішення щодо електротехнічного забезпечення пташника, орієнтованого на створення оптимального мікроклімату, що є критично важливим чинником для ефективного ведення птахівництва.

Проведено детальний аналіз об'єкта дослідження — птахоферми на 28 000 голів бройлерів — з урахуванням його архітектурно-будівельних особливостей, технологічного процесу вирощування птиці, потреб у вентиляції, опаленні, освітленні, водопостачанні та автоматичному контролі мікроклімату. У технологічній частині розглянуто сучасне обладнання для годівлі, напування, прибирання посліду, системи вентиляції й опалення, з обґрунтуванням їхньої продуктивності та доцільності використання.

У межах електротехнічної частини розроблено схеми електропостачання об'єкта, проведено вибір електродвигунів, апаратури керування і захисту, виконано світлотехнічні розрахунки приміщень із використанням сучасного програмного забезпечення (DIALux), що дозволило досягти нормативної освітленості при оптимальному енергоспоживанні. Особлива увага приділена безпеці електроустановок, а також вимогам до охорони праці та пожежної безпеки.

Ключовим елементом проекту є система автоматичного регулювання температури й вологості повітря в пташнику, реалізована на основі мікроконтролерного комплексу ТРМ-133. Здійснено розробку функціональної та принципової електричної схем керування, розраховано й обрано виконавчі механізми (МЕО, МЗП), елементи захисту, а також засоби індикації та сигналізації.

Система автоматизації враховує вплив зовнішніх факторів, тепловиділення птиці, сезонність та потребу в аварійному захисті.

Розрахунки показали, що впровадження автоматизованої системи керування мікрокліматом дозволяє зменшити споживання електроенергії до 30 %, знизити трудомісткість обслуговування обладнання на 20–30 %, а також покращити

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

продуктивність птиці до 10 %. Техніко-економічне обґрунтування підтвердило ефективність і доцільність проектних рішень.

Таким чином, запропонований проект є енергоефективним, технологічно обґрунтованим і відповідає сучасним вимогам електрифікації сільськогосподарських об'єктів. Його впровадження сприятиме підвищенню якості птахівницької продукції, економії енергоресурсів та створенню комфортних умов для обслуговуючого персоналу й утримання птиці.

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. **ДСТУ Б В.2.2-12:2018** — використано в розділі 1 під час опису параметрів будівлі пташника (площа, висота, конструкція), а також загальних вимог до проектування сільськогосподарських об'єктів. [[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=79192](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79192)]

2. **Інструкція з вирощування бройлерів Cobb 500** — використано в розділі 2.1 для опису технології утримання птиці (температурні режими, густина посадки, тривалість циклу). [<https://www.cobb-vantress.com/resource/guide-management/>]

3. **Каталог обладнання Big Dutchman** — використано в розділі 2.2 при підборі годівельних систем, ніпельного напування, вентиляції та автоматичних ліній. [<https://www.bigdutchman.com/en/poultry-production/>]

4. **ДБН В.2.5-28:2018** — застосовано в розділі 3 при світлотехнічних розрахунках освітлення у всіх приміщеннях пташника. Також згадується при перевірці відповідності рівня освітлення нормативам. [[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=78764](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78764)]

5. **СНіП 2.10.03-84** — використано в розділі 2.4 при розрахунку вентиляції, повітрообмінів і температурного балансу. [<https://meganorm.ru/Index2/1/4293737/4293737414.htm>]

6. **Методика розрахунку вентиляції та опалення (НУБіП)** — застосовано для теплотехнічних розрахунків, визначення тепловтрат, підбору вентиляторів і тепловентиляторів у розділі 2.4. [<https://nubip.edu.ua/node/937>]

7. **ПУЕ (Правила улаштування електроустановок)** — використано в розділі 5 для перевірки параметрів заземлення, блискавкозахисту та вибору кабельних ліній і захисних автоматів. [[https://zakononline.com.ua/documents/show/447552\\_\\_447552](https://zakononline.com.ua/documents/show/447552__447552)]

8. **ДСТУ EN 60204-1:2015** — застосовано в розділі 3.2 при виборі апаратури керування і захисту електродвигунів.

[[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=58669](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58669)]

02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ

Арк.

73

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

9. **Каталоги ABB, Schneider Electric, IEK** — використано в розділі 3.2 для підбору автоматичних вимикачів, пускачів, теплових реле та світлосигнальної арматури. [<https://www.iek.ua/ua/catalog>], [<https://www.se.com/ua/uk/>], [<https://new.abb.com/low-voltage>]

10. **Програмне забезпечення DIALux** — використано в розділі 3.3 при розрахунку освітлення основного виробничого приміщення та допоміжних кімнат. [<https://www.dialux.com/>]

11. **Котенко В.В.** ПРАКТИЧНІ РІШЕННЯ З РОЗРОБЛЕННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ В СВИНАРНИКУ ВІДГОДІВЕЛЬНИКУ: дипломна робота бакалавра – Київ : НУБіП України, 2024. – 41 с.

12. **Інструкція з експлуатації TRM-133 (ОВЕН)** — використано в розділі 4 повністю для опису системи автоматичного регулювання температури і вологості, виводу датчиків, блок-схеми й функціональної схеми. [<https://owen.ua/products/trm133/>]

13. **ГОСТ 21.404-85** — використано в розділі 4.2 при побудові функціональної схеми автоматизації системи опалення та вентиляції. [<https://meganorm.ru/Index2/1/4293841/4293841777.htm>]

14. **ДСТУ EN 61508-1:2016** — згадується в розділі 4 при описі функціональної безпеки автоматизованої системи. [[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=63927](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=63927)]

15. **Рекомендації з автоматизації вентиляції пташників (НУБіП)** — використано для обґрунтування вибору режимів регулювання, мікроконтролера, типів датчиків і виконавчих механізмів. [<https://nubip.edu.ua/node/937>]

16. **Закон України "Про охорону праці"** — застосовано в розділі 5.1 при описі організаційно-технічних заходів щодо безпеки праці, режимів роботи персоналу та інструктажів. [<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>]

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17. **НПАОП 40.1-1.32-01** — використано в розділі 5 для формування інструкції з охорони праці для електротехнічного персоналу пташника. [[https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/npaop\\_40\\_1-1\\_32-01.pdf](https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/npaop_40_1-1_32-01.pdf)]

18. **ДБН В.1.1-7:2016** — використано в розділі 5.4 для формування протипожежних заходів на об'єкті. [[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=62978](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=62978)]

19. **ДСТУ EN 62305-1:2012** — застосовано в розділі 5.3 при розрахунку блискавкозахисту виробничої будівлі, виборі грозозахисних елементів і контуру заземлення. [[https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=51848](https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=51848)]

20. **Системи годівлі Plasson Advanced** [<https://plassonlivestock.com/equipment/feeding-systems/>]

					02.02-БКР.2055»С»2024.11.18.031.ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		