



**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**  
**Інженерно-технологічний факультет**  
**Кафедра енергетики та електротехнічних систем**

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

**Завідувач кафедри енергетики та електротехнічних систем**

**доцент Чепіжний А.В.**

(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

**ЗАВДАННЯ**  
**НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Мильку Богдану Володимировичу

(прізвище, ім'я та по батькові)

- 1. Тема проекту:** Реконструкція системи електрифікації картоплесховища ФГ «БІЛІ РОСИ» смт. Понорниця, Новгород-Сіверського району, Чернігівської області з розробкою автоматизованої системи керування мікрокліматом  
керівник проекту: Сіренко Юлія Володимирівна, PhD, доцент.  
затверджено наказом по університету від «16» квітня 2024 р. № 1090-ос.
- 2. Термін подання здобувачем закінченого проекту:** «20» травня 2024 р.
- 3. Вихідні дані до проекту:** матеріали обстеження об'єкту, технічна література, нормативна документація, державні стандарти, посібники, методичні рекомендації до виконання проекту, інтернет-джерела
- 4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці):**  
Вступ.
  1. Аналіз виробничої діяльності підприємства.
  2. Технологічна частина проекту.
  3. Розрахунок і вибір силового електрообладнання.
  4. Розробка автоматизованої системи керування електрокалорифером.
  5. Проектування електричного освітлення
  6. Охорона праці.
  7. Економічне обґрунтуванняВисновки
- 5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень):**
  1. Технологічне та силове обладнання корпусів картоплесховища. Схема електрична розташування
  2. Автоматизована система керування електрокалорифером. Схема електрична принципова.
  3. Автоматизована система керування електрокалорифером. Схема монтажна з'єднань.
  4. Електричне освітлення приміщень картоплесховища. Схема електрична розташування.

**6. Консультанти розділів проекту (з вказівкою розділів, що відносяться до проекту):**

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
Охорона праці	доцент Василенко О.О.	
Економічне обґрунтування	доцент Барсукова Г.В. ст. викладач Шашков С.В.	
Нормоконтроль	ст. викладач Рибенко І.О.	

**КАЛЕНДАРНИЙ ГРАФІК**

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційного проекту	Строк виконання етапів кваліфікаційного проекту	Примітки
1	Збір інформації про діяльність господарства	05.09.2023 р. – 30.09.2023 р.	
2	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	02.10.2023 р. – 02.12.2023 р.	
3	Складання плану роботи	04.12.2023 р. – 09.12.2023 р.	
4	Написання вступу та розділу 1	11.12.2023 р. – 21.12.2023 р.	
4	Написання розділів 2 та 3. Підготовка листів 1 та 2 графічної частини.	05.02.2024 р. – 02.03.2024 р.	
5	Написання розділів 4, 5 та 6. Підготовка листів 3 та 4 графічної частини.	04.03.2024 р. – 06.04.2024 р.	
6	Написання розділів 7, 8 та 9. Підготовка листів 5 та 6 графічної частини.	08.04.2024 р. – 04.05.2024 р.	
8	Написання висновків	06.05.2024 р. – 11.05.2024 р.	
9	Подання проекту на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 13.05.2024 р.	
10	Подання проекту на рецензування	до 20.05.2024 р.	
11	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2024 р.	

**Здобувач вищої освіти**

\_\_\_\_\_ (Богдан МИЛЬКО)  
(підпис) (прізвище, ініціали)

**Керівник кваліфікаційного проекту**

\_\_\_\_\_ (Юлія СІРЕНКО)  
(підпис) (прізвище, ініціали)

## РЕФЕРАТ

Реконструкція системи електрифікації картоплесховища ФГ «БІЛІ РОСИ» смт. Понорниця, Новгород-Сіверського району, Чернігівської області з розробкою автоматизованої системи керування мікрокліматом. Кваліфікаційний проект / Милько Богдан Володимирович – Суми: СНАУ, 2024 р. – 56 с.

В роботі запропоновано проект реконструкції системи електрофікації одного з картоплесховищ ФГ «БІЛІ РОСИ» та автоматизації системи керування мікрокліматом в корпусах зберігання картоплі.

Описана технологія зберігання коренеплодів. Проаналізовано стан виробничих приміщень майнового комплексу. Складено паспортні дані необхідного технологічного обладнання

Основну увагу в роботі приділено вибору ефективного силового обладнання: вентиляційних установок та електрокалорифера – на основі виконаних розрахунків. Розроблено автоматизовану систему керування електрокалорифером, Складено принципову електричну схему системи автоматичного керування обігрівом, схему з'єднань і підключень. Обрано комплект комутаційного обладнання.

Проведено розрахунок освітлення корпусів картоплесховища та інших приміщень майнового комплексу.

Розглянуті питання з охорони праці при виконанні робіт в картоплесховищі. Здійснена екологічна експертиза. Проведено техніко-економічне обґрунтування прийнятих рішень.

**Ключові слова:** картоплесховище, майновий комплекс, вентиляційне обладнання, автоматизація, електрокалорифер .

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	8
<b>1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА</b> .....	9
1.1 Загальні відомості про ФГ «Білі Роси».....	9
1.2 Аналіз господарської діяльності об'єкту проектування .....	10
1.3 Аналіз стану електрифікації приміщень картоплесховища .....	10
1.4 Висновки та пропозиції .....	14
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ</b> .....	15
2.1 Опис прийнятої технології зберігання картоплі .....	15
2.2 Опис виробничих приміщень майнового комплексу .....	19
2.3 Складання паспортних даних технологічного обладнання .....	20
2.4 Технологічні вимоги до проекту електрифікації картоплесховища.....	23
<b>3 РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ</b> .....	24
3.1 Вибір силового електрообладнання для корпусів картоплесховища.....	24
3.2 Розрахунок потужності двигуна для вентиляційного обладнання .....	24
3.3 Вибір апаратів захисту та силової електропроводки .....	28
<b>4 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОКАЛОРИФЕРОМ</b> .....	28
4.1 Опис функціонально-технологічної схеми електрокалорифера .....	29
4.2 Складання технологічних вимог до автоматизованої системи керування електрокалорифером.....	30
4.3 Складання принципової електричної схеми системи автоматичного керування і сигналізації.....	31
4.4 Вибір елементів автоматизації з розробкою монтажною схеми.....	31
<b>5 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ</b> .....	33
5.1 Вибір системи та виду освітлення.....	33
5.2 Вибір нормованої освітленості приміщень комплексу. ....	33

5.3. Розрахунок системи освітлення корпусів картоплесховища.....	34
5.4. Розрахунок системи освітлення допоміжних приміщень.....	40
5.5. Проектування внутрішньої мережі освітлювальної установки .....	42
<b>6 ОХОРОНИ ПРАЦІ.....</b>	<b>46</b>
<b>7 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ.....</b>	<b>44</b>
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>54</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>55</b>

## ВСТУП

Розвиток сільського господарства визначається не тільки обсягами зібраного врожаю та його подальшою реалізацією. Якість коренеплодів залежить не лише від сорту продукту, а й від способу його обробки та зберігання. Навіть невелике фермерське господарство має бути зацікавлене в ефективності енерговитрат, які закладаються на період від збору овочів до їх продажу товаровиробникам.

Сучасні технології зберігання картоплі проектуються в залежності від способу та фази утримання продукту. Що для насипного способу, що для контейнерного способу зберігання бульб в картоплесховищах потрібно забезпечити правильно продуману систему мікроклімату.

Кожен сортотип картоплі зберігається по технології підтримання параметрів мікроклімату в межах потрібного діапазону температур та відносної вологості. Оптимальні показники перерахованих параметрів прямо впливають на якість бульби. Автоматизовані системи мікроклімату адаптивного типу сприяють правильній циркуляції повітря крізь овочі, запобігають їх проростанню та передчасному гниттю, сприяють відведенню метаболічних продуктів зі збереженням оптимального складу цінних органічних речовин.

Забезпечення регуляції параметрів мікроклімату в приміщеннях сільськогосподарського призначення – актуальна тема, навколо якої точаться дискусії та дебати, що говорить про недостатню обізнаність в даній сфері як зі сторони фахівців-агрономів, так і з боку фахівця-енергетика.

Об'єктом дослідження в дипломному проектуванні виступає майновий комплекс ФГ «Білі Роси», призначений для зберігання картоплі.

Мета роботи – модернізація системи електрифікації об'єкта, прийняття оптимальних електротехнічних рішень в реалізації автоматизованої системи керування мікрокліматом приміщень майнового комплексу.

# **1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА**

## **1.1 Загальні відомості про ФГ «Білі Роси»**

Підприємство аграрного спрямування – фермерське господарство «Білі Роси» – засноване на базі радянських сільськогосподарських виробничих потужностей та зареєстроване 31 серпня 2006 року в смт. Понорниця Новгород-Сіверського району Чернігівської області. Сучасна юридична адреса офісу підприємства: смт. Понорниця, вул. Сіверська, 105.

Засновником та діючим керівником ФГ «Білі Роси» є юридична особа Кобизський Юрій Петрович.

Станом на другий квартал 2024 року розмір статутного капіталу складає 405 000, 00 грн [1].

Загальна сума доходу підприємства за 2023 рік складає 160 184 000 грн, чистого прибутку – всього 205 000 грн (для порівняння, в 2022 році – 23 086 000 грн).

Відповідно до кваліфікації видів економічної діяльності (КВЕД), господарство веде низку основних та допоміжних робіт фермерського напрямку (див. табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Види діяльності ФГ «Білі Роси» [2]

№ КВЕД	Основна (інша) діяльність: опис
	<b>ОСНОВНА ДІЯЛЬНІСТЬ</b>
01.41	Вирощування зернових культур (за виключенням рису), бобових культур та насіння олійних культур
01.13	Вирощування овочів, баштанних культур, коренеплодів, бульбоплодів
	<b>ІНША ДІЯЛЬНІСТЬ</b>
01.42	Розведення ВРХ та буйволів
01.61	Допоміжна діяльність в рослинництві

Продовження таблиці 1.1

10.31	Перероблення та консервування картоплі
46.11	Діяльність посередників у торгівлі сільськогосподарською сировиною, живими тваринами, текстильною сировиною, напівфабрикатами
46.21	Оптова торгівля зерном, необробленим тютюном, кормами для тварин
46.31	Оптова торгівля фруктами та овочами
46.32	Оптова торгівля м'ясом (м'ясними продуктами)
46.33	Оптова торгівля молочними продуктами, яйцями, харчовими оліями, жирами
47.30	Роздрібна торгівля пальним
49.41	Вантажний автомобільний транспорт
10.51	Переробка молока, виробництво масла та сиру
47.11	Роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах переважно продуктами харчування, напоями, тютюновими виробами
47.29	Роздрібна торгівля іншими продуктами харчування в спеціалізованих магазинах

Вирощування овочів здійснюється на власних земельних ділянках господарства та орендованих полях.

Посадка, вирощування та збір коренеплодів відбувається на території Новгород-Сіверського району з подальшим зберіганням в картоплесховищах: с. Атюша (два картоплесховища), с. Понорниця, Риботин, Криски (по одному картоплесховищу).

Корисні площі овочесховищ орієнтовані на обсяг зберігання картоплі вагою від 500 до 3000 тон.

## **1.2 Аналіз господарської діяльності об'єкту проектування**

Об'єкт дипломного проектування – картоплесховище майнового комплексу ФГ «Білі Роси» в смт. Понорниця, загальною місткістю до 1000 тон. Основне призначення картоплесховища – зберігання різносортових бульб протягом календарного періоду з осені, після викопування, по весну – до наступної посадки коренеплодів. Пізні сорти картоплі зберігаються до черня-липня.

Двокорпусне картоплесховище має реєстраційний номер нерухомого майна 2173551074222. Загальна площа будівлі складає 454 м<sup>2</sup>. Розміри будівлі: довжина – 38 м, ширина – 12 м, висота 6 метрів. Кожен з корпусів картоплесховища призначений для окремого способу зберігання коренеплодів:

- корпус 1 площею 240 м<sup>2</sup> з пріоритетним насипним способом зберігання продукту;
- корпус 2 площею 144 м<sup>2</sup> з пріоритетним контейнерним способом зберігання продукту.

Будівля побудована із силікатної цегли на проармованому заливному фундаменті. Внутрішні простінки між корпусами та приміщеннями для роботи персоналу – цегляні. Додаткові приміщення загальною площею 70 м<sup>2</sup>

побудовані з дерева та обкладені цеглою. Дах корпусів та приміщень – суцільний дерев'яний чотирискатний, покритий азбестоцементним шифером.

Кожен корпус картоплесховища має ворота для заїзду аграрної техніки та заповнення виробничої площі.

Поза зонами проїзду розміщені засіки з щілистою підлогою, здатною пропускати прохолодне повітря з підвального приміщення, що циркулює в насипі коренеплодів.

### 1.3 Аналіз стану електрифікації приміщень картоплексовища

Система електрифікації майнового комплексу, і, відповідно, картоплексовища, знаходиться в експлуатації з моменту заснування підприємства, протягом 18 років.

Джерелом електроенергії господарства є КТП №262-8 10/04 кВ (160 кВА), яка живиться від повітряної лінії ПЛ-10 кВ «Деснянське-Покошичі».

Корпуси картоплексовища та інші кімнати будівлі живляться від головного розподільчого щита, що знаходиться в приміщенні електрощитової, куди і направлено ввідну трифазну лінію зі сторони КТП.

Магістральна електропроводка по приміщенню виконана кабелем АВВГ (4x2,5), прокладено відкрито по стіні, окремі ділянки – в сталевих трубах. Спостерігається пошкодження ізоляції проводів, наявні скрутки, місця контактного з'єднання проводів забруднені та окислені. Стан проводки не відповідає сучасним вимогам ПБЕ і вважається незадовільним.

Система електричного освітлення оновлювалась 10 років тому. В приміщеннях використовуються люмінесцентні лампи в світильниках типу ЛСП, розміщених навісним методом на стелях. Освітлювальна проводка – АВТС 2x1,5 – розміщена в ізоляційних коробах та на тросах, має задовільний стан.

Пуско-захисна апаратура картоплексовища регулярно обслуговується та працює, але є технічно застарілою. Некоректність відповідності номінального струму до розрахункового ставить під сумнів кваліфікований вибір апаратів. Регулювання температури циркуляційного повітря відсутнє. Відносний мікроклімат в корпусах забезпечується витяжними відцентровими вентиляторами ВЦ-14-46. Прогрів повітря здійснюється калориферами типу СФО-30. Керування силовим електричним обладнанням здійснюється вручну.

Температура та вологість повітря всередині картоплексовища вимірюється аналоговими термометрами та гігрометрами.

## **1.4 Висновки та пропозиції**

Стан будівлі картоплекховища, силового обладнання та освітлювальної апаратури вимагає проведення робіт з реконструкції електрифікації та модернізації системи управління мікрокліматом в корпусах 1, 2.

Відсутність вентиляції припливно-витяжного типу говорить про відхилення від технології правильного зберігання картоплі.

Пропоную застосувати припливні вентилятори для штучного нагнітання зовнішнього повітря у вентиляційні канали через спеціальні повітропроводи.

Замість відцентрових витяжних вентиляторів раціонально використати більш сучасний підхід – вмонтувати витяжні каміни з електричними кулерами.

Контроль подачі повітря треба здійснювати з використанням цифрових датчиків та терморегуляторів. Температуру циркуляційного повітря можна регулювати повітряними клапанами.

Теплові блоки для підігріву поверхневої зони над насипом треба модернізувати. Калорифери типу СФО мають сучасні прототипи, які не поступаються загальною продуктивністю, при цьому є більш економічними.

Використання сучасного обладнання для створення оптимального автоматизованого мікроклімату доцільно поєднати з будівельними рішеннями щодо теплоізоляції виробничої зони, наприклад, за рахунок монтажу сендвіч-панелей з утеплювачами.

Безумовно, люмінесцентне освітлення не вимагає настільки високих потужностей освітлювальних установок, як лампи накаливання. З іншої сторони, розширення ринку світлодіодних ламп на противагу люмінесцентним створює передумови до перерахунку освітлення з інтеграцією сучасних промислових світильників денного світла, зокрема на SMD-елементах, та реалізації ще одного кроку оптимальної енергоефективності.

## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ

### 2.1 Опис прийнятої технології зберігання картоплі

Технології, що використовуються в аграрних господарствах, є доволі складними. Затвердження потрібного технологічного рішення необхідно підтвердити експериментальними результатами. Буває так, що на проведення експерименту та отримання бажаних результатів відводиться сезон, а можливо і не один.

Вивчення методів зберігання картоплі актуальне досі. Від умов зберігання коренеплодів залежать формування ринкової ціни на врожай, об'єми посівів та якість майбутнього врожаю, оскільки зберігання картоплі одночасно є завершальним і початковим етапом відповідно для поточного та нового сезону.

Під час планування технології зберігання картоплі необхідно враховувати наступні виробничі моменти:

- механічні пошкодження бульб під час збору врожаю;
- під час збору картоплі в дощовий сезон надмірна волога знижує якість продукту, що провокує надмірні витрати в момент її зберігання;
- температурний режим довготривалого збереження одного сорту може бути неприйнятним для іншого, паралельно спричиняти збільшення витрат;

Враховуючи описані виробничі моменти, доцільно розуміти, що правильний вибір технології зберігання має бути комплексною системою технічних та організаційних заходів, спрямованих проти всіх можливих видів витрат.

В більшості випадків зберігання коренеплодів у сховищах здійснюється наступними способами [3]:

- навальний (насипний) спосіб зберігання (див. табл. 2.1);

- контейнерний (фасований) спосіб зберігання (див. табл. 2.2).

Таблиця 2.1 – Особливості навалного способу зберігання картоплі

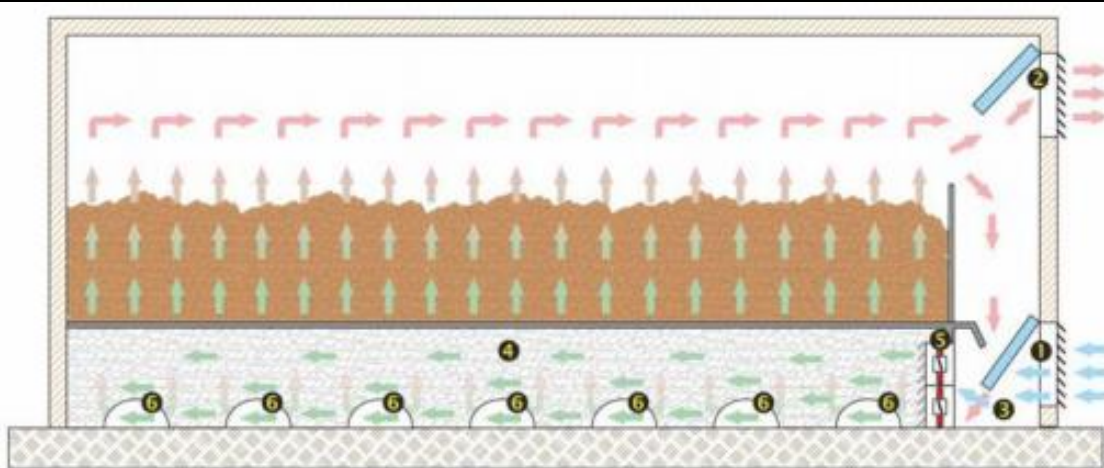


Рис 2.1 – Навальний спосіб зберігання овочів

Особливості технології	Система вентиляції проектується на основі двоклапаної системи (приточний клапан 1, викидний клапан 2). Управління повітрообміном враховує подачу зовнішнього холодного повітря в змішувальну камеру (3), що нагнітається в зону більш теплої прошарку – вентиляційний канал (4). Напірні вентилятори (5) активують циркуляцію повітря. Підлога повинна мати щілисті отвори, як слугують вентиляційними каналами (6).
Переваги способу зберігання	Ефективність використання максимальної площі сховища. Система вентиляції забезпечує «дихання» продукту рівномірно, по всьому об'єму насипу, запобігаючи суттєвій втраті врожаю.
Недоліки способу зберігання	Складна конструкція підлоги, виготовлення вентиляційних каналів. Відсутність можливості сортування картоплі.

	Складність відслідковування впливу параметрів мікроклімату на окремий сорт картоплі.
--	--

Таблиця 2.2 – Особливості контейнерного способу зберігання картоплі



Рис 2.2 – Фасований спосіб зберігання овочів

Особливості технології	Створення оптимальних параметрів мікроклімату реалізується системою загальнообмінної вентиляції. Технологія доповнюється можливістю монтажу повітря-змішувальних блоків, сушильних стін.
Переваги способу зберігання	Можливість розподілу картоплі по сортах, фракціях, забезпечуючи оптимальні умови зберігання (див. табл. 2.3). Спрощена технологія подачі повітря на склади зберігання овочів.
Недоліки способу зберігання	Знижена можливість максимального використання корисної площі картоплесховища. Висока ймовірність утворення конденсаційного шару вологи у верхніх контейнерах. Додаткові витрати на гігроскопічні матеріали для зниження негативної дії під час перепадів температур.

Порівняння різних способів закладання та зберігання коренеплодів, та відгуки фахівців аграрної галузі надають перевагу саме навалному способу зберігання овочів. В контейнерах зручно зберігати «насіenneвий» матеріал.

Таблиця 2.3 – Умови зберігання картоплі [4]

Діапазон температур зберігання, °С	
Продовольчі сорти картоплі	+2...+4
Насіenneві сорти картоплі	+3...+5
Солодкі сорти картоплі	+10...+12
Картопля для переробки на крохмаль	+4...+6
Картопля для переробки на фрі	+6...+8
Картопля для переробки на чіпси	+8...+10
Діапазон відносної вологості повітря при зберіганні, %	
У період «лікування»	90 – 95
У період основного зберігання	85 – 95
Тривалість зберігання, місяців	
Ранні сорти картоплі	4 – 5
Середньостиглі сорти картоплі	5 – 7
Пізні сорти картоплі	9 – 10

За постійного діапазону температур та відносної вологості визначається активність роботи припливно-витяжної вентиляції. У типових сховищах із насипним способом зберігання загальна тривалість вентиляування лежить в діапазоні 30-60 хв на добу. При активних коливаннях зовнішніх температур та настанні морозів вентиляування рециркуляційним прогрітим повітрям необхідне протягом 20-30 хв.

У весняний період необхідність у штучному прогрівання картоплі нівелюється на фоні підвищення інтенсивності вентиляування, що дозволяє утримувати потрібну температуру зберігання та гальмувати процес росту

паростків продовольчих сортів картоплі. В цей час насінневі сорти переміщують до іншого приміщення або складу, де температура є вищою, і процес росту паростків не пригнічується.

## 2.2 Опис виробничих приміщень майнового комплексу

Майновий комплекс картоплексовища ФГ «Білі Роси» в смт. Понорниця є одноповерховою будівлею, яка поділена на два незалежні корпуси великої площі для складування та зберігання коренеплодів. Між ними знаходиться коридорне приміщення та декілька виробничих кімнат меншої площі. Характеристика приміщень майнового комплексу за умовами навколишнього середовища та ймовірності ураження електричним струмом сформована в таблиці 2.4.

Стіни коридорного, складського приміщення, інвентарної, щитової кімнат та кімнати персоналу виконані з дерева, відносно підлоги до висоти 1,5 м обкладені плиткою, вище – потягнуті та пофарбовані в світло-синій колір. Стеля – дерев'яна, пофарбована в білий колір. Периметр корпусів №1, №2 виконаний з силікатної цегли, ізолюваний та утеплений стіновими сендвіч-панелями (див. рис 2.4). Стеля картоплексовищ виконана як двоскатне бетонне перекриття, ізолюване та утеплене покрівельними сендвіч-панелями (див. рис. 2.5).

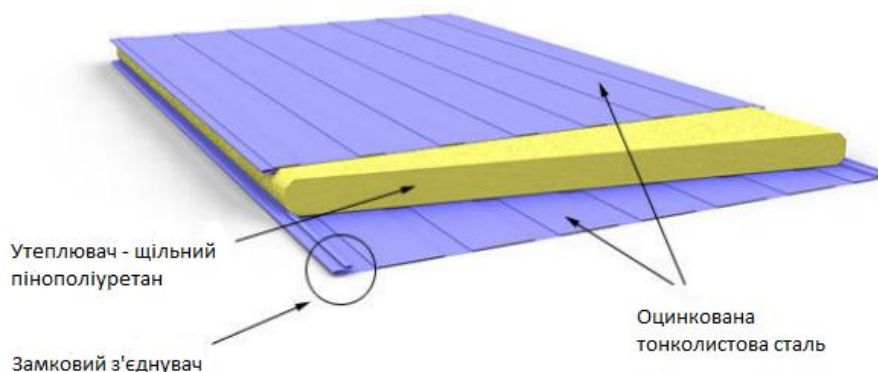


Рис. 2.4 – Стінова сендвіч-панель марки ІПТС

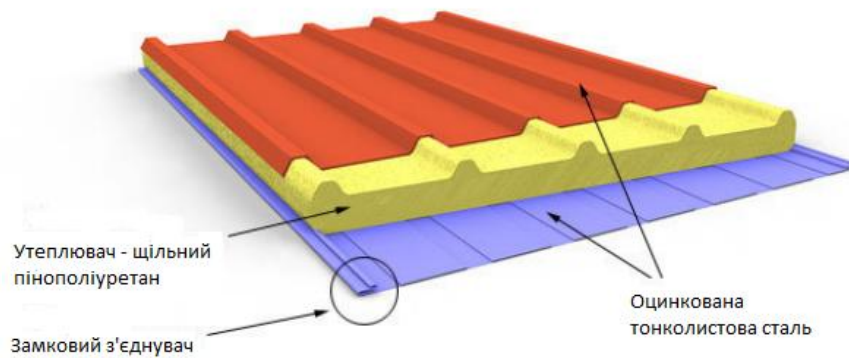


Рис. 2.5 – Покрівельна сендвіч-панель марки 1ПТС

Таблиця 2.4 – Характеристика приміщень майнового комплексу

№ п/п	Назва приміщення	Умови навколишнього середовища	Ступінь можливого ураження струмом
1	Корпус №1 картоплесховища	вологе	з підвищеною небезпекою
2	Корпус №2 картоплесховища	вологе	з підвищеною небезпекою
3	Коридорне приміщення	сухе	без підвищеної небезпеки
4	Щитова кімната	сухе	з підвищеною небезпекою
5	Інвентарна кімната	сухе	без підвищеної небезпеки
6	Приміщення для персоналу	сухе	з підвищеною небезпекою
7	Складське приміщення	сухе	без підвищеної небезпеки

### 2.3 Складання паспортних даних технологічного обладнання

Система автоматизованого мікроклімату, яке регулюється згідно алгоритмів керування на основі обраного технологічного обладнання, повинна підтримувати кожен із періодів зберігання картоплі, а саме:

- період перший – підготовчий – збір овочів, їх «лікування», доведення до стану зберігання;
- період другий – охолодження – процес повільного введення норм оптимальних температур для подальшого зберігання;

- період третій – зберігання – реалізація адаптивної системи з регулюванням потрібних параметрів мікроклімату: температури та відносної вологості.


Система регулювання параметрів мікроклімату повинна забезпечити регламентовані умови збереження картоплі, при яких маса продукту, його біохімічний склад та якість буде залишатись на високому рівні.

До переліку технологічного обладнання картоплесховища входить:

- центробіжні вентилятори ВЦ-4-75-6,3 з двигунами АІР112М4 для здійснення циркуляції повітря (див. табл. 2.5);
- витяжна частина вентиляції системи мікроклімату реалізується механізованими витяжними камінами СL 600 з вентиляторами ВD520 (див. табл. 2.6);

Таблиця 2.5 – Технічні характеристики вентиляторів ВЦ-4-75-6,3 [5]

Найменування характеристики	Одиниця вимірювання	Значення
Відносний діаметр робочого колеса	мм	630
Максимальна продуктивність	тис. м <sup>3</sup> /год	20
Тиск	Па	
- номінальний		1100
- у робочій зоні		677-1327
Коефіцієнт корисної дії	%	85
Частота обертання робочого колеса	об/хв	1140
Маса без електродвигуна	кг	143
Встановлена потужність електродвигуна	кВт	вибіркова
АІР112М4	Тип двигуна	Загальнопромисловий асинхронний
	Потужність	5,5 кВт
	Напруга	380 В
	Кількість полюсів	4

	Діаметр вала	32 мм
	Частота обертання	1500 об / хв
	Кількість фаз	3-фазний
	Коефіцієнт потужності	0,83
	Клас захисту	IP X55
	Кліматичне виконання	У3
	Частота струму	50 Гц
	Момент інерції	0,0236 кг·м <sup>2</sup>
	Коефіцієнт корисної дії	86 %
	Рівень шуму	До 71 дБ
	Маса	49 кг

Таблиця 2.6 – Будова та технічна характеристика витяжного каміна [6]

Вигляд системи	Будова витяжного каміна CL 600	
	1 – дифузор;	
	2 – противітряна розтяжка для утримання каміна;	
	3 – витяжна труба (від 1 до 1,5 м);	
	4 – кровельна плита;	
	5 – вбудований вентилятор типу BD520;	
	6 – заслонка;	
	7 – сервопривод заслонки;	
	8 – приточне сопло;	
	9 – чаша для збору вологи;	
	10 – світлозахисна спіраль.	
	Технічні характеристики вентилятора BD 520 (FC050-4ET)	
Номінальна напруга, В	220	

	Номінальний струм, А	2,7
	Потужність, кВт	0,59
	Робоча частота, Гц	50
	Рівень шуму, дБ	до 84
	Продуктивність, м <sup>3</sup> /год	6500

## 2.4 Технологічні вимоги до проекту електрифікації картоплексовища

Відповідно до норм ПУЕ та ПБЕ функціонування картоплексовища має задовольняти наступним технологічним вимогам:

- електроживлення корпусів №1 та №2 для зберігання коренеплодів та інших приміщень необхідно здійснити від ввідної лінії 0,4 кВт через ГРЩ, розміщений в щитовій кімнаті;
- потужність наявної системи електрифікації має відповідати розрахунковій потужності, з урахуванням можливих дестабілізуючих факторів: просадки напруги, електричних відмов тощо;

- необхідно реалізувати технічні рішення для запобігання перевантаженню електричної мережі та обрати надійне захисне обладнання;
- передбачити належний захист силового електрообладнання від пробоїв ізоляції, виникнення короткого замикання, забезпечивши систему електрифікації ефективним захисним заземленням;
- розміщене силове обладнання з прокладеною проводкою має бути внесене в технологічну документацію, а для наглядності працівників – позначене та промарковане поряд з потенційно небезпечним устаткуванням;
- розробити автоматизовану систему керування мікрокліматом картоплесховища, враховуючи технічні характеристики обладнання, описаного в табл. 2.5-2.9;
- опираючись на методику розрахунку штучного освітлення методом світлового потоку та питомої потужності, модернізувати поточну освітлювальну установку з використанням сучасних зразків світлодіодних ламп та світильників;
- переглянути вимоги з охорони праці, врахувавши окремі моменти реконструкції електрифікації майнового комплексу.

## **3 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ**

### **3.1 Вибір силового електрообладнання для корпусів картоплесховища**

Пріоритетним способом зберігання картоплі в фермерському господарстві є навальний спосіб: по всій площі сховища, де висота шару насипу має висоту від 2,5 м і більше.

Активне вентиляювання картоплі дозволяє примусово нагнати повітря до приміщення корпусу та проштовхувати його через шар насипу. Залежно від періоду зберігання коренеплодів вентиляція забезпечує різні об'єми повітрообміну. Тому технічне рішення вибору механізму вентиляційної установки є раціональним рішенням. Також процес вентиляювання можна автоматизувати, при цьому картопля буде більш стійкою до зберігання.

Забезпечення потрібного рівня мікроклімату здійснюється за рахунок активного вентиляювання в оздоровчий (лікувальний) період, період планомірного охолодження, весняно-літній період. В зимовий період рециркуляційне повітря також потрібно прогрівати електрокалорифером, підтримуючи при цьому температуру зберігання картоплі на рівні 2-4 °С.

### **3.2 Розрахунок потужності двигуна для вентиляційного обладнання**

Проведемо розрахунок потужності електроприводу, враховуючи наступні вихідні характеристики:

- загальний корисний об'єм овочесховища – до 1000 т;
- середня відносна вологість всередині приміщення – 90 %;
- середня температура закладання картоплі в сховище  $t_1 = 15$  °С, в період охолодження  $t_2 = 5$  °С, в зимовий період  $t_3 = 2$  °С;
- момент інерції вентилятора:  $j_v = 10j_{дв}$ ;
- середня швидкість руху повітря у повітропроводі:  $V = 12$  м/с.

Щоб отримати результат бажаної потужності, використаємо алгоритм розрахунку, закладений в формулах 3.1-3.10 [8].

Залежність між моментом та частотою обертання є механічною характеристикою, яка описується наступним рівнянням:

$$M_c = M_0 + (M_{0н} - M_0) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^x, \frac{H}{M}, \quad (3.1)$$

де:  $M_0$  – момент запуску, Н·м;

$M_{0н}$  – момент опору, Н·м;

$x$  – показник степені (для вентилятора  $x = 2$ ).

$$M_0 = (0,2 \dots 0,3) \cdot M_{0н}, \frac{H}{M}, \quad (3.2)$$

$$M_{0н} = \frac{P_n}{\omega_n}, \frac{H}{M}, \quad (3.3)$$

де:  $P_n$  – потужність вентилятора, Вт;

$\omega_n$  – номінальна частота обертання,  $c^{-1}$ .

$$P_n = \frac{K_z \cdot H_p \cdot L}{3600 \cdot \eta_v \cdot \eta_n}, \text{Вт} \quad (3.4)$$

де:  $K_z = 1,2$  – коефіцієнт запасу;

$\eta_v = 0,58$  – ККД вентилятора;

$\eta_n = 0,96$  – ККД передачі;

$H_p$  – напір повітря у вентиляторі, Па;

$L$  – продуктивність вентилятора  $m^3/\text{год}$ .

$$H_p = \frac{\gamma_v \cdot v^2}{2 \cdot g}, \frac{H}{M^2}, \quad (3.6)$$

де:  $\gamma_v = 11,7 \text{ Н/м}^3$  – значення питомої ваги повітря;

$v = 12 \text{ м/с}$  – оптимальна швидкість руху повітря;

$g = 9,8 \text{ м/с}^2$ .

$$H_c = R_0 \cdot l + 8,64, \frac{H}{M^2}, \quad (3.7)$$

де:  $R_0$  – коефіцієнт питомого опору руху повітря, Па/м (формула 3.8);

$l$  – значення довжини повітропроводу, м.

$$R_0 = 64,84 \frac{v^{1,924}}{d^{1,281}} \cdot \left( \frac{y_B}{12,68} \right)^{0,854} \frac{\text{Па}}{\text{м}}, \quad (3.8)$$

де:  $d$  – розрахункове значення діаметра повітропроводу, мм.

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{L_c}{\pi \cdot v}}, \text{ мм}, \quad (3.9)$$

$$L_c = \frac{L_p}{3600} \frac{\text{м}^3}{\text{с}}, \quad (3.10)$$

де:  $L_p$  – годинний розхід повітря, м<sup>3</sup>/год.

Розраховуємо секундний розхід повітря за формулою 3.10:

$$L_c = \frac{40000}{3600} = 11,6 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}.$$

Розраховуємо діаметр повітропроводу за формулою 3.9:

$$d = 2 \cdot \sqrt{\frac{11,6}{3,14 \cdot 12}} = 1,086 \text{ м}.$$

Розраховуємо питомий опір повітря за формулою 3.8:

$$R_0 = 64,84 \frac{12^{1,924}}{1,086^{1,281}} \cdot \left( \frac{11,77}{12,68} \right)^{0,854} = 1,232 \frac{\text{Па}}{\text{м}}.$$

Розраховуємо тиск статичного напору за формулою 3.7:

$$H_c = 1,232 \cdot 48 + 8,64 = 67,77 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}.$$

Розраховуємо напір повітря вентилятор за формулою 3.5:

$$H_p = 86,39 + 67,77 = 157,2 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2}.$$

Розраховуємо потужність вентилятора за формулою 3.4:

$$P_n = \frac{1,2 \cdot 40000 \cdot 200}{3600 \cdot 0,7 \cdot 0,96} = 3968 \text{ Вт} = 4 \text{ кВт}.$$

Розраховуємо момент опору вентилятора за формулою 3.3:

$$M_{0н} = \frac{3968}{75,6} = 52,5 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

### 3.3 Вибір апаратів захисту та силової електропроводки

Для електричного двигуна моделі АІР112М4 підберемо комутаційне обладнання: електромагнітний пускач, теплове реле, автоматичний вимикач. Умови вибору обладнання – відповідності струмів та напруги. Інформація наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Вибір комутаційного обладнання [9]




Вибір електромагнітного пускача		
По напрузі	$U_{н.п} \geq U_M; 380 \text{ В} = 380 \text{ В}.$	 ПМЛ-123
По струму	$I_{н.п} \geq I_{н.д}; 10 \text{ А} > 9,7 \text{ А}.$	
За умовами комутації	$I_{н.п} \geq \frac{I_{пуск}}{6} =$ $= \frac{6 \cdot 9,7}{6} = 9,7 \text{ А}.$	
Вибір теплового реле до електромагнітного пускача		
Межа неспрацювання	До 10 А	 РТЛ-1014
Вибір автоматичного вимикача		
По напрузі	$U_{н.п} \geq U_M; 380 \text{ В} = 380 \text{ В}.$	 АЕ2026-1РУ
По струму	$I_{н.авт} \geq I_M; 16 \text{ А} > 9,15 \text{ А}.$	
По струму неспрацювання розщиплювача	$I_{ел.мп} \geq 1,25 I_{н.д}$ $12,5 \text{ А} > 12,13 \text{ А}.$	

Схема розташування силового обладнання картоплесховища наведена на аркуші 1 графічної частини проекту.

## 4 РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОКАЛОРИФЕРОМ

### 4.1 Опис функціонально-технологічної схеми електрокалорифера

Технологія прогріву приміщень овочесховищ базується на застосуванні повітряно-водних теплообмінників та електрокалориферів [10]. Перший тип дозволяє нагрівати теплоносії (воду) твердопаливними та газовими котлами та забезпечувати її надходження та циркуляцію в системі. Сучасний електрокалорифер є автономним пристроєм, що живиться від промислової мережі 380 В (див. рис. 4.1).

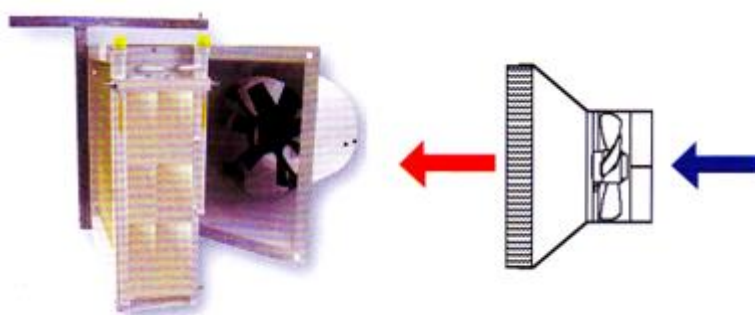


Рис. 4.1 – Електрокалорифер HeatMaster

В корпусах картоплесховища використовується по одному калориферу, які розміщені на висоті оптимального насипу коренеплодів або паралельно верхній точці стелажів контейнерів. Монтаж обладнання здійснюється за допомогою кронштейнів, як до стін, так і до стелі. Існує можливість регулювання висоти та куту підвісу, напрямку руху теплоти [6].

Нагрівальна камера містить 3 трубчасті елементи, потужність нагрівання кожної з яких становить 5 кВт. Можна одночасно задіяти всі нагрівні елементи, тоді дальність руху тепла буде сягати до 55 м, яку забезпечує штатний вентилятор потужністю 0,9 кВт. Паспортна подача повітря вентилятором становить до 7500 м<sup>3</sup>/год.

До засобів керування електрокалорифером, як об'єктом автоматизації, відносяться нагрівальні елементи, електричний двигун, термореле, та пуско-захисна апаратура, яка розміщується як на установці, так і в щиті управління.

Запуск вентилятора та нагрів секцій активується автоматичним вимикачем  $\frac{HS}{2-a}$ . На кожну з секцію є окремий магнітний пускач:  $\frac{NS}{1-b}$ ,  $\frac{NS}{1-в}$ ,  $\frac{NS}{1-a}$ . Якщо температура приміщення збільшилася під час роботи калорифера, тоді термореле  $\frac{TE}{1-d}$  здійснює відключення першої секції, нагрівальний елемент деактивується. По такому ж принципу по чергово відключаються інші секції при спрацюванні термореле  $\frac{TE}{1-e}$  і  $\frac{TE}{1-ж}$ .

#### **4.2 Складання технологічних вимог до системи автоматизованого керування електрокалорифером**

Система автоматизованого керування електрокалорифером повинна задовольняти наступний перелік технологічних вимог:

- керування елементами електрокалориферами має здійснюватися з шафи керування;
- має існувати технологічна можливість задіяти окремі нагрівальні елементи в роботі відповідно балансу зовнішніх температур;
- кожен нагрівальний елемент має бути захищений запобіжником;
- необхідно передбачити наявність світлової сигналізації для спостереження за активною роботою елементів обладнання;
- здійснити вибір комутаційного обладнання;
- забезпечити захист електричної системи електрокалорифера від можливого короткого замикання;
- забезпечити захист обслуговуючого персоналу від порушень роботи системи, зокрема – ураження електричним струмом.

### **4.3 Складання принципової електричної схеми системи автоматичного керування і сигналізації**

Принципова електрична схема керування електрокалорифером HeatMaster представлена на аркуші 2 графічної частини проекту.

Автоматичний та ручний режим керування системою обігріву здійснюється переведенням перемикача SA у відповідне положення (А – автоматичне керування, Р – ручне керування).

Перемикач SA3 слугує активатором секцій нагрівальних елементів. Таке рішення надає можливість регулювати потужність пристрою від 33 до 100%.

Автоматичний вимикач QF1 активує управління нагрівниками, QF2 здійснює запуск вентилятора.

Електромагнітні пускачі KM1, KM2, KM3 керують секціями нагрівників.

За допомогою термореле SK1-SK3 підтримується контроль температури повітря всередині корпусу, тим сам реалізується функція автоматичного керування.

Технічна реалізація світлової сигналізації дозволяє контролювати роботу секцій нагрівників (HL2, HL3, HL4) та обладнання вцілому (HL1, HL5).

Якщо режим автоматичного керування деактивовано, то перемикання нагрівальних елементів секцій виконується перемикачем SA2.

### **4.4 Вибір елементів автоматизації з розробкою монтажною схеми**

Комутаційна апаратура, обрана для керування електрокалорифером, має бути вмонтована до шафи керування. В якості такого пункту управління вибираємо монтажний бокс БМ-50С+П (див. рис. 4.3), який має ступінь захисту IP31 та кліматичне виконання УХЛЗ, що раціонально для використання в кліматичних районах з помірним та холодним кліматом [11].

Монтажна схема автоматизації, розроблена на основі функціонально-технологічної та принципової електричної схеми керування електрокалорифером, наведена на аркуші 3 графічної частини проекту.



Рисунок 4.3 – Монтажний бокс БМ-50С+П

Враховуючи основні теплові та електричні показники, обираємо елементу базу для реалізації схеми управління об'єктом та вносимо в таблицю 4.1.

## 5 ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

### 5.1 Вибір системи та виду освітлення

Для проектування освітлювальної установки майнового комплексу приймаємо до розрахунку робоче освітлення за загальною рівномірною системою [12].

Джерелом світла для освітлення корпусів №1 та №2 картоплексовища обираємо світлодіодні промислові світильники лінійки TERRA ENERLIGHT. Для оптимального освітлення допоміжних приміщень комплексу використаємо світлодіодні панелі та світильники LEADVANCE [11].

### 5.2 Вибір нормованої освітленості приміщень комплексу

Значення нормованої освітленості відповідно до виробничого призначення приміщень разом з розмірами та площею кожного вказана в таблиці 5.1

Таблиця 5.1 – Нормована освітленість приміщень комплексу

№ п/п	Найменування приміщення	Довжина А, м	Ширина В, м	Висота Н, м	Площа S, м <sup>2</sup>	Нормована освітленість, лк
1	Корпус №1	20	12	4,5	240	100
2	Корпус №2	12	12	4,5	144	100
3	Коридор	6x3, 6x2, 3x2		4	36	50
4	Щитова кімната	3	2	4	6	50
5	Інвентарна кімната	3	2	4	6	50
6	Приміщення для персоналу	4	2,75	4	11	150
7	Складське приміщення	4	2,75	4	11	50

### 5.3. Розрахунок системи освітлення корпусів картоплексовища

Розрахунок освітлення корпусів №1 та №2 картоплексовища виконаємо за допомогою методу використання світлового потоку [13].

Висота підвісу світильників розраховується за формулою:

$$H_p = H - (h_z + h_p), \quad (5.1)$$

де:  $H$  – висота приміщення, м;

$h_z$  – висота звисання світильника (середнє значення), м;

$h_p$  – рівень робочої поверхні від підлоги, м.

Оптимальна відстань між світильниками розраховується за формулою:

$$L = \lambda \cdot H_p, \quad (5.2)$$

де:  $\lambda$  – коефіцієнт кривої «К» джерела світла, обирається в таблиці 5.2

Таблиця 5.2 – Рекомендовані значення  $\lambda$  для світильників

Типова крива	$\lambda_c$ , (робочі місця біля стін)	$\lambda_e$ , (без робочих місць під стінами)
Концентрована (К)	0,4 ... 0,7	0,6 ... 0,9
Глибока (Г)	0,8 ... 1,2	1,0 ... 1,4
Косинусна (Д)	1,2 ... 1,6	1,6 ... 2,1
Рівномірна (М)	1,8 ... 2,6	2,6 ... 3,4
Напівширока (Л)	1,4 ... 2,0	1,8 ... 2,3

Кількість рядів світильників розраховується за формулою:

$$n_p = \frac{B}{L}, \quad (5.3)$$

де:  $B$  – ширина приміщення, м;

$L$  – відстань між рядами світильників, м.

Кількість рядів світильників округлюється до цілого числа!

Відстань від крайніх світильників до стін розраховується за формулою:

$$L_c = 0,5 \cdot L \quad (5.4)$$

Відстань між рядами світильників розраховується за формулою:

$$L_B = \frac{B - 2 \cdot L_c}{n_p - 1} \quad (5.5)$$

Відстань між світильниками в ряду розраховується за формулою:

$$L_A = \frac{L^2}{L_B} \quad (5.6)$$

Кількість світильників у ряду розраховується за формулою:

$$n_a = \frac{A - 2L_c}{L_c} \quad (5.7)$$

Кількість світильників у ряду округлюється до цілого числа!

Загальна кількість світильників розраховується за формулою:

$$N = n_p \cdot n_a \quad (5.8)$$

Індекс приміщення визначається за формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_p(A + B)} \quad (5.9)$$

Враховуючи визначені коефіцієнти, розраховуємо світловий потік світильника за формулою:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot A \cdot B \cdot K \cdot Z}{N \cdot \eta}, \quad (5.10)$$

Маючи розрахункове значення світлового потоку, здійснюємо вибір світильника, опираючись на наступні характеристики:

- номінальну потужність  $P_{\text{л}}$  світильника;
- номінальний світловий потік  $\Phi_{\text{л}}$  світильника.

Фактична освітленість приміщення розраховується за формулою:

$$E_{\text{ф}} = E_n \cdot \frac{\Phi_{\text{л}}}{\Phi}, \quad (5.11)$$

Відхилення фактичної освітленості повинно знаходитись в допустимому діапазоні (+20...-10 %), та визначається за формулою:

$$E\% = \frac{E_{\text{ф}} - E_n}{E_n} \cdot 100\%, \quad (5.12)$$

Загальна потужність освітлювальної установки приміщення знаходиться за формулою:

$$P_y = P_l \cdot N \quad (5.13)$$

Таблиця 5.3 – Значення коефіцієнтів використання світлового потоку при рівномірному розподілі світла по всіх напрямках [14]

Коефіцієнт відбиття, %								Коефіцієнт приміщення
Стеля	70				50		30	
Стіни	50		30		50	30	10	
Підлога	30	10	30	10	10			
Коефіцієнт використання світлового потоку	0,28	0,28	0,21	0,21	0,25	0,19	0,15	0,5
	0,54	0,50	0,43	0,41	0,48	0,41	0,34	1,0
	0,59	0,55	0,49	0,46	0,53	0,45	0,38	1,25
	0,64	0,59	0,53	0,50	0,56	0,49	0,42	1,5
	0,68	0,62	0,57	0,54	0,60	0,53	0,45	1,75
	0,73	0,65	0,61	0,56	0,63	0,55	0,48	2,0
	0,83	0,75	0,72	0,67	0,72	0,62	0,58	3,0
	0,91	0,80	0,81	0,73	0,78	0,72	0,65	4,0
	0,95	0,83	0,86	0,77	0,80	0,75	0,69	5,0

### Розрахунок освітлення корпусу №1 з вибором світильника

Корпус №1 картоплесховища має наступні розміри:

- довжина  $A = 20$  м; ширина  $B = 12$  м; висота  $H = 4,5$  м.

Розрахуємо висоту підвісу світильників за формулою 5.1:

$$H_p = 4,5 - (0,5 + 0) = 4 \text{ м.}$$

За табл. 5.2 приймаємо коефіцієнт кривої «К» джерела світла:

$$\lambda = 1,5.$$

Розраховуємо значення відносної відстані між світильниками за формулою 5.2:

$$L = 1,5 \cdot 4 = 6 \text{ м.}$$

Розраховуємо кількість рядів світильників за формулою 5.3:

$$n_p = \frac{12}{6} = 2 \text{ ряди.}$$

Розраховуємо відстань від крайніх світильників до стін за формулою 5.4:

$$L_c = 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ м.}$$

Розраховуємо відстань між рядами світильників за формулою 5.5:

$$L_b = \frac{12 - 2 \cdot 3}{2 - 1} = 6 \text{ м.}$$

Розраховуємо відстань між світильниками у ряду за формулою 5.6:

$$L_A = \frac{6^2}{6} = 6 \text{ м.}$$

Розраховуємо кількість світильників у ряду за формулою 5.7:

$$n_a = \frac{20 - 2 \cdot 3}{6} = 2,33.$$

Приймаємо ціле число світильників у ряду  $n_a = 3$  шт.

Загальну кількість світильників розраховуємо за формулою 5.8:

$$N = 3 \cdot 2 = 6 \text{ шт.}$$

Визначаємо індекс приміщення за формулою 5.9:

$$i = \frac{20 \cdot 12}{4 \cdot (20 + 12)} = 1,88.$$

За таблицею 6.1 приймаємо нормовану освітленість  $E_k = 100$  лк.

За таблицею 5.3 обираємо коефіцієнти відбиття:

- стелі  $\rho_1 = 50\%$ , стін  $\rho_2 = 30\%$ , підлоги  $\rho_3 = 10\%$ .

Коефіцієнт використання світлового потоку:  $\eta = 0,55$ .

Розрахунковий світловий потік визначаємо за формулою 5.10:

$$\Phi = \frac{100 \cdot 20 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{6 \cdot 0,55} = 10400 \text{ лм.}$$

Розрахуємо фактичну освітленість за формулою 5.11:

$$E_\phi = 100 \cdot \frac{10000}{10400} = 96,15 \text{ лк.}$$

Відхилення освітленості від фактичного значення розраховуємо за формулою 5.12:

$$E\% = \frac{96,15 - 100}{100} \cdot 100\% = -3,85 \%$$

Відхилення фактичної освітленості лежить в допустимому діапазоні.

Розраховуємо потужність освітлювальної установки корпусу №1 за формулою 5.13:

$$P_y = 100 \cdot 6 = 600 \text{ Вт} \rightarrow 0,6 \text{ кВт.}$$

### **Розрахунок освітлення корпусу №2 з вибором світильника**

Корпус №2 картоплесховища має наступні розміри:

- довжина  $A = 12$  м; ширина  $B = 12$  м; висота  $H = 4,5$  м.

Розраховуємо висоту підвісу світильників за формулою 5.1:

$$H_p = 4,5 - (0,5 + 0) = 4 \text{ м.}$$

За табл. 5.2 приймаємо коефіцієнт кривої «К» джерела світла:

$$\lambda = 1,5.$$

Розраховуємо значення відносної відстані між світильниками за формулою 5.2:

$$L = 1,5 \cdot 4 = 6 \text{ м.}$$

Розраховуємо кількість рядів світильників за формулою 5.3:

$$n_p = \frac{12}{6} = 2 \text{ ряди.}$$

Розраховуємо відстань від крайніх світильників до стін за формулою 5.4:

$$L_c = 0,5 \cdot 6 = 3 \text{ м.}$$

Розраховуємо відстань між рядами світильників за формулою 5.5:

$$L_b = \frac{12 - 2 \cdot 3}{2 - 1} = 6 \text{ м.}$$

Розраховуємо відстань між світильниками у ряду за формулою 5.6:

$$L_A = \frac{6^2}{6} = 6 \text{ м.}$$

Розраховуємо кількість світильників у ряду за формулою 5.7:

$$n_a = \frac{20 - 2 \cdot 3}{3} = 2.$$

Приймаємо ціле число світильників у ряду  $n_a = 3$  шт.

Загальну кількість світильників розраховуємо за формулою 5.8:

$$N = 2 \cdot 2 = 4 \text{ шт.}$$

Визначаємо індекс приміщення за формулою 5.9:

$$i = \frac{12 \cdot 12}{4 \cdot (12 + 12)} = 1,5.$$

За таблицю 5.1 приймаємо нормовану освітленість  $E_k = 100$  лк.

За таблицю 5.3 обираємо коефіцієнти відбиття:

- стелі  $\rho_1 = 50\%$ , стін  $\rho_2 = 30\%$ , підлоги  $\rho_3 = 10\%$ .

Коефіцієнт використання світлового потоку:  $\eta = 0,49$ .

Розрахунковий світловий потік визначаємо за формулою 5.10:

$$\Phi = \frac{100 \cdot 12 \cdot 12 \cdot 1,3 \cdot 1,1}{4 \cdot 0,49} = 10506 \text{ лм.}$$

Враховуючи розрахунковий світловий потік, обираємо світлодіодний лінійний світильник TERRA ENERLIGHT (див. табл. 5.4) з номінальною потужністю  $P_{\text{л}} = 100$  Вт та паспортним світловим потоком  $\Phi_{\text{л}} = 10000$  лм.

Розрахуємо фактичну освітленість за формулою 5.11:

$$E_{\text{ф}} = 100 \cdot \frac{10000}{10506} = 95,18 \text{ лк.}$$

Відхилення освітленості від фактичного значення розрахуємо за формулою 5.12:

$$E\% = \frac{95,18 - 100}{100} \cdot 100\% = -4,82 \%$$

Відхилення фактичної освітленості лежить в допустимому діапазоні.

Розрахуємо потужність освітлювальної установки корпусу №2 за формулою 5.13:

$$P_y = 100 \cdot 4 = 400 \text{ Вт} \rightarrow 0,4 \text{ кВт.}$$

#### 5.4. Розрахунок системи освітлення допоміжних приміщень

Для розрахунку освітлення інших приміщень майнового комплексу обираємо спосіб питомої потужності.

За такого способу світловий потік малих приміщень визначається за формулою:

$$\Phi = X \cdot Y \cdot Z, \quad (5.14)$$

де:  $X$  – норма освітленості приміщення, див. табл. 5.1;

$Y$  – площа приміщення, див. табл. 5.1;

$Z$  – коефіцієнт висоти (для стелі до 4 метрів  $Z = 2$ ).

Якщо інтер'єр кімнати виконаний в світлих тонах, тоді фактична освітленість визначається за формулою:

$$E_{\Phi} = \frac{\Phi}{0,75} \quad (5.15)$$

Якщо інтер'єр кімнати виконаний в темних тонах, тоді фактична освітленість визначається за формулою:

$$E_{\Phi} = \frac{\Phi}{0,6} \quad (5.16)$$

##### Розрахунок освітленості інвентарної та щитової кімнат

Обидві кімнати мають однакову площу:  $S = 6 \text{ м}^2$ .

Розраховуємо світловий потік в кімнатах за формулою 5.14:

$$\Phi = 50 \cdot 6 \cdot 2 = 600 \text{ лм.}$$

Розраховуємо фактичну освітленість кімнат за формулою 5.15:

$$E_{\Phi} = \frac{600}{0,6} = 1000 \text{ лм.}$$

##### Розрахунок освітленості приміщення складу

Складське приміщення має площу:  $S = 11 \text{ м}^2$ .

Розраховуємо світловий потік в кімнатах за формулою 5.14:

$$\Phi = 50 \cdot 11 \cdot 2 = 1100 \text{ лм.}$$

Розраховуємо фактичну освітленість кімнат за формулою 5.15:

$$E_{\Phi} = \frac{1100}{0,6} = 1830 \text{ лм.}$$

### Розрахунок освітленості коридорного приміщення

Система коридорних проходів має загальну площу:  $S = 36 \text{ м}^2$ .

Розраховуємо світловий потік для коридору за формулою 5.14:

$$\Phi = 50 \cdot 36 \cdot 2 = 3600 \text{ лм.}$$

Розраховуємо фактичну освітленість коридору за формулою 5.15:

$$E_{\Phi} = \frac{3600}{0,75} = 4800 \text{ лм.}$$

### Розрахунок освітленості приміщення для персоналу

Кімната для персоналу має площу:  $S = 11 \text{ м}^2$ .

Розраховуємо світловий потік в кімнатах за формулою 5.14:


$$\Phi = 150 \cdot 11 \cdot 2 = 3300 \text{ лм.}$$

Розраховуємо фактичну освітленість кімнат за формулою 5.15:

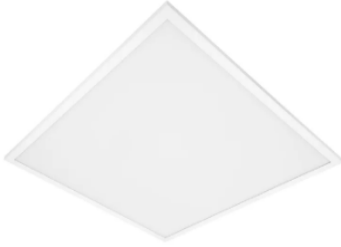
$$E_{\Phi} = \frac{3300}{0,75} = 4400 \text{ лм.}$$

Враховуючи розрахунковий світловий потік, обираємо світлодіодну панель LEADVANCE для освітлення кімнати для персоналу (див. табл. 5.6).

Таблиця 5.5 – Технічні характеристики світильника LEADVANCE

	Потужність	13 Вт
	Частота	50 Гц
	Напруга	220 В
	Колірна температура	4000 К
	Світловий потік	960 лм
	Кут випромінювання світла	120 град
	Розміри	250x250x91 мм
	Тип лампи	світлодіодна
	Термін служби	50000 год

Таблиця 5.6 – Характеристики світлодіодної панелі LEADVANCE

	Потужність	33 Вт
	Частота	50 Гц
	Напруга	220-240 В
	Колірна температура	3000 К
	Світловий потік	4320 лм
	Кут випромінювання світла	90 град
	Розміри	595x595x32 мм
	Тип лампи	вбудований світлодіод
	Термін служби	70000 год

Загальна потужність освітлювальної установки допоміжних приміщень майнового комплексу:

$$P_y = 13 \cdot 2 + 13 \cdot 2 + 13 \cdot 5 + 33 = 150 \text{ Вт} \rightarrow 0,15 \text{ кВт.}$$

### 5.5. Проектування внутрішньої мережі освітлювальної установки

Знаючи загальну потужність освітлення в корпусах №1 та №2 картоплексовища та допоміжних приміщення, здійснимо розподіл навантаження на групи споживачів [12,13] (див. табл. 5.7).

Таблиця 5.7 – Розподіл споживачів освітлення на групи

№ групи	Система групи	Назва приміщення / номер	Потужність, Вт
1	A+N	Корпус №1 – 1	600
2	B+N	Корпус №2 – 2	400
3	C+N	Коридор – 3; Щитова – 4; Інвентарна – 5; Кімната персоналу – 6; Складське приміщення – 7.	150

Розрахунок магістралі між силовим та освітлювальним щитом виконаємо за формулою:

$$I_{A1-A3} = \frac{P_{\text{роз}}}{3U_{\text{н}} \cdot \cos\mu}; \quad (5.17)$$

$$I_{A1-A3} = \frac{1150}{3 \cdot 220 \cdot 0,98} = 1,78 \text{ А.}$$

Аналогічно визначаємо розрахункове значення струму кожної з груп:

$$I_{\text{гр1}} = \frac{600}{220 \cdot 0,98} = 2,8 \text{ А.}$$

$$I_{\text{гр2}} = \frac{400}{220 \cdot 0,98} = 1,9 \text{ А.}$$

$$I_{\text{гр3}} = \frac{150}{220 \cdot 0,98} = 0,7 \text{ А.}$$

Момент освітлювального навантаження на ділянці між силовим та освітлювальним щитом визначимо за формулою:

$$M_{A1-A3} = P_{\text{роз}} \cdot l_{A1-A3}, \quad (5.18)$$

де:  $l_{A1-A3}$  – довжина магістралі, м.

$$M_{A1-A3} = 1,15 \cdot 2 = 2,3 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

Момент освітлювального навантаження на ділянках кожної групи розрахуємо за формулою:

$$m_i = P_i \cdot l_i, \quad (5.19)$$

де:  $P_i$  – потужність окремої групи, кВт;

$l_i$  – розраховане значення магістралі конкретної групи.

$$m_1 = 0,6 \cdot 45 = 27 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

$$m_2 = 0,4 \cdot 35 = 14 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

$$m_3 = 0,15 \cdot 40 = 6 \text{ кВт} \cdot \text{м.}$$

Значення поперечного перерізу магістрального провідника А1-А3 розрахуємо за формулою:

$$S_{A1-A3} = \frac{M_{A1-A3} + \alpha_{2-4} \cdot (m_1 + m_2 + m_3)}{C_i \cdot \Delta U_{\text{доп}}}, \quad (5.20)$$

де:  $\alpha$  – 1,85;

$C_i$  – коефіцієнт матеріалу, залежить від матеріалу, числа провідників, напруги мережі. Для мідного проводу при двопровідній мережі  $C_2 = 12$ ; при чотирипровідній мережі  $C_4 = 72$ ;

$\Delta U_{\text{доп}}$  – допустимі втрати напруги, % ( $\Delta U_{\text{доп}} = 2,5$ ).

$$S_{A1-A3} = \frac{2,3 + 1,85 \cdot (27 + 14 + 6)}{72 \cdot 2,5} = 0,5 \text{ мм}^2.$$

В якості магістрального провідника приймемо до монтажу кабель ВВГнг з площею поперечного перерізу  $2,5 \text{ мм}^2$ .

Можливі втрати на магістралі А1-А3 визначимо за формулою:

$$\Delta U_{A1-A3} = \frac{M_{A1-A3}}{C_4 \cdot S_{A1-A3}}; \quad (5.21)$$

$$\Delta U_{A1-A3} = \frac{2,3}{72 \cdot 2,5} = 0,013 \text{ \%}.$$

Почергово розрахуємо мінімальне значення площ поперечних перерізів кабелів живлення для окремої групи за формулою:

$$S_i = \frac{m_i}{C_2 (\Delta U_{\text{доп}} - \Delta U_{A1-A3})}; \quad (5.22)$$

$$S_1 = \frac{27}{12 \cdot (2,5 - 0,013)} = 0,9 \text{ мм}^2; \quad S_2 = \frac{14}{12 \cdot (2,5 - 0,013)} = 0,47 \text{ мм}^2.$$

$$S_3 = \frac{6}{12 \cdot (2,5 - 0,013)} = 0,2 \text{ мм}^2.$$

Оберемо кабель ВВГнг з площею поперечного перерізу  $1,5 \text{ мм}^2$  для живлення всіх трьох груп споживачів.

Розрахуємо відсоток можливої втрати напруги на кожній груповій ділянці за загальною формулою:

$$\Delta U_i = \frac{m_i}{C_2 \cdot S_i}; \quad (5.23)$$

$$\Delta U_1 = \frac{27}{12 \cdot 1,5} = 1,5 \text{ \%}; \quad \Delta U_2 = \frac{14}{12 \cdot 1,5} = 0,78 \text{ \%}; \quad \Delta U_3 = \frac{6}{12 \cdot 1,5} = 0,34 \text{ \%}.$$

Втрати на групових ділянках є допустимими.

Перевіримо магістральний кабель за параметром тривалодопустимого струму:

$$\text{кабель ВВГнг (5x2,5) з, } I_{\text{тр,доп.}} = 27 \text{ А; } 27 \text{ А} > 1,78 \text{ А.}$$

Перевіримо кабель групових споживачів за тривалодопустимим струмом:

$$\text{кабель ВВГнг (3x1,5) з, } I_{\text{тр,доп.}} = 19 \text{ А,}$$

$$19 \text{ А} > 2,8 \text{ А; } 19 \text{ А} > 1,9 \text{ А; } 19 \text{ А} > 0,7 \text{ А.}$$

Специфікація на матеріали та обладнання освітлювальної установки майнового комплексу подана в таблиці 5.8.

Електрична схема розташування освітлювальної установки подана на аркуші 4 графічної частини проекту.

## 6 ОХОРОНИ ПРАЦІ

### Небезпечні та шкідливі фактори при роботі в картоплексховищі

Виконуючи роботи, пов'язані зі збором, закладанням на зберігання та доробкою коренеплодів необхідно враховувати можливі небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Вони можуть мати фізичні, хімічні та психофізіологічні аспекти [15].

До фізичних небезпечних та шкідливих факторів відносять:

- рухомі механізми та машини;
- рухомі матеріали та частини виробничого обладнання;
- підвищений рівень загазованості та запиленості повітря у виробничому приміщенні;
- підвищення та зниження температури повітря в зоні виробничого приміщення;
- нестійкий рівень шуму та вібрації;
- коливання рівня рухомості та вологості повітря;
- недостача або повна відсутність природного освітлення;
- підвищена яскравість штучного світла, коливання контрастності;
- недостатній рівень нормованої освітленості в зоні виконання робіт;
- розміщення робочого місця вище відносно рівня поверхні підлоги.

Хімічні небезпечні та шкідливі фактори можуть викликати токсичний та подразнюючий вплив на організм людини.

Психофізіологічна небезпека пов'язана з можливістю статичних та динамічних фізичних перевантажень, монотонністю праці, емоційними перенапруженнями та перевантаженнями.

Вище перераховані джерела шкідливих та небезпечних факторів можуть мати як природне, так і технологічне походження.

До природних небезпечних джерел відносять:

- метеорологічні явища: коливання температури зовнішнього повітря, сонячна радіація, вітри, опади у вигляді дощу та снігу.

До технологічних небезпечних джерел відносять:

- рухомі частинки виробничого устаткування;
- хімічні речовини та пестициди;
- компресорне устаткування або таке, що працює під тиском;
- інженерні комунікації;
- електрифіковані об'єкти: інструмент, устаткування, електропроводка.

### **Робота у виробничих приміщеннях та спорудах [16]**

До будівель та споруд майнового комплексу має забезпечуватись вільний доступ.

Для доступу працівників сховищ в середину приміщення через зачинені ворота влаштовуються двері, поріг яких має висоту не вище 5 см. Ворота слід відчиняти для заїзду/виїзду механізованих машин та великогабаритного транспорту.

Норма штучного та природного освітлення в овочесховищах має відповідати 150 лк при використанні люмінесцентних ламп та 100 лк при використанні світлодіодних ламп.

Живлення стаціонарного освітлення без фактору підвищеної небезпеки здійснюється від однофазної напруги 220 В.

Якщо виробниче приміщення має фактори підвищеної небезпеки, напруга обмежується рівнем в 42 В.

При виконанні робіт за несприятливих умов, пов'язаних з роботою на добре заземлених поверхнях, в тісному та незручному положенні, підсвічування здійснюється переносними світильниками з робочою напругою не вищою за 12 В.

### **Вимоги до природного та штучного освітлення [16]**

Безпека праці працівників овочесховищ залежить від достатнього рівня природного та штучного освітлення.

Унаслідок відмови приладів робочого освітлення бажано спроектувати систему аварійного освітлення, яка самоактивується при відсутності струму в загальній електричній мережі.

Вимоги до аварійного освітлення: на робочих місцях – від 5 % норми стаціонарного освітлення, але не менше 2 лк. Освітленість міжкімнатних проходів має становити не менше 0,5 лк.

Контроль за технічним станом освітлювальних установок проводиться не рідше, ніж один раз на рік. При плановій чи позаплановій заміні світильників перевірка здійснюється відразу після закінчення робіт.

Технічне обслуговування та очищення світильників проводиться лише після їх знеструмлення та охолодження. Світильники місцевого освітлення очищаються під час прибирання робочого місця. Підвісні світильники загального освітлення обслуговуються раз в три місяці, при цьому дозволено використовувати засоби доступу на висоту: драбини, підйомні та пересувні установки та механізми.

### **Вентиляція, опалення, кондиціонування повітря картоплесховища**

Приміщення, призначені для зберігання плодоовочевої продукції обов'язково мають бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією [16].

Загально обмінна вентиляція виробничих приміщень має забезпечити обмін повітря об'ємом, достатнім для заміни накопиченого шкідливого концентрату в робочому просторі.

Якщо припливно-витяжна вентиляція спроектована для декількох з'єднаних приміщень, то концентрація шкідливих газів має компенсуватись припливом свіжого повітря одночасно.

Інші приміщення майнового комплексу – майстерні, лабораторні, кімнати відпочинку – повинні мати автономну вентиляцію.

Усі без виключення виробничі приміщення повинні мати прилади контролю температури та відносної вологості, доступ до яких має бути безперешкодним.

### **Закладання картоплі на зберігання**

Рекомендації щодо розміщення коренеплодів поміж конструкцій та приладів охолодження картоплесховища регламентуються згідно ВНТП-СГП-46-25.96 та подані в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1 – відстані між ящиками, розриви між захисними конструкціями та охолоджувальним обладнанням

Найменування параметрів	Відстань в сховищах, м	
	без штучного охолодження	з штучним охолодженням
Відстань штабеля тарних вантажів від стін, охолоджувального обладнання в:		
- наземних сховищах	0,4 - 0,6	0,3
- заглиблених сховищах	0,3	0,3
Відстань між верхом штабеля і низом виступаючих несучих конструкцій (або вентиляційних каналів)	0,3	0,3
Відстань в штабелі між:		
- ящиками	0,02	0,02
- піддонами	0,05 - 1	0,05 - 1
- контейнерами	0,05 - 1	0,05 - 1

**Висновки.** Організація охорони праці в картоплесховищах включає комплекс заходів, що спрямовуються для забезпечення здоров'я працівників та їх комфорту на робочих місцях. Контроль за дотриманням та виконанням стандартів з охорони праці, регулярна перевірка стану освітлювального та

силового обладнання – обов'язкові аспекти, що враховуються під час проектування питань з охорони праці, складанні окремих інструкцій, проходження планових інструктажів тощо.

## 8 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

**Вступ.** Здійснення реконструкції електрифікації майнового комплексу картоплексовища ФГ «Білі Роси» в с. Понорниця дозволить скоротити споживання електричної енергії на рівні 20%. Автоматизація управління мікрокліматом в корпусах зберігання коренеплодів дозволить залучати лише одного електромонтера, який більшу частину часу виконуватиме роль оператора.

Визначення капіталовкладень на реконструкцію системи електрифікації майнового комплексу та автоматизації системи управління мікрокліматом в корпусах сховищ наведено в таблиці 8.1. Перелік матеріалів та обладнання складено посиланням на розрахунки та вибір обладнання, опис якого наведено в попередніх розділах. Ціни на продукцію актуальні.

Таблиця 8.1 – Розрахунок капіталовкладень на реконструкцію систем електрифікації та автоматизації майнового комплексу

№ п/п	Найменування	Кількість одиниць обладнання, шт, м	Ціна за одиницю, грн	Всього, грн
Система припливно-витяжної вентиляції				
1	Вентилятори ВЦ 4-75-6,3 з двигунами АІР112М4	2	30800	61600
2	ПМЛ 123 з РТЛ-1014	1	1230	1230
3	АЕ2026	1	350	350
Система обігріву з елементами автоматизації та керування				
4	Електрокалорифер	2	30000	60000
5	Монтажний бокс БМ-50С+П	1	2200	2200
6	АЕ 2046Р	2	750	1500
7	ПМЛ 221002	3	1300	3900
8	МКУ-48	1	300	300

Продовження таблиці 8.1

9	ПР-2-15	4	40	160
10	ДТКБ-43Т	2	900	1800
11	ТР-200	1	300	300
Всього, грн				156048

### Визначення техніко-економічних показників

Річна зарплата електрика з ремонту та обслуговування устаткування становить [18]:

$$Z_p = (Z_m \cdot n) \cdot 12, \quad (8.1)$$

де:  $Z_p$  – місячний оклад електрика (в 2023 році – 10000 грн, в 2024 році – 12000 грн).

Витрати коштів на оплату праці електриків до розробки проекту реконструкції та автоматизації:

$$Z_p = (10000 \cdot 2) \cdot 12 = 240000 \text{ грн.}$$

Витрати коштів на оплату праці електрика відповідно до запропонованого проекту:

$$Z_p = (12000 \cdot 1) \cdot 12 = 144000 \text{ грн.}$$

Спостерігається суттєве скорочення витрат на оплату праці:

$$\Delta Z = 240000 - 144000 = 96000 \text{ грн.}$$

Об'єм спожитої електроенергії картоплесховищем за минулий рік згідно даних фермерського господарства  $W_{\text{б}} = 28800 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ .

Прогнозований відсоток зменшення витрат на електроенергію  $k = 20 \%$ .

Розрахуємо об'єм спожитої електроенергії після реконструкції системи електрифікації приміщень:

$$W_{\text{п}} = W_{\text{б}} - \frac{W_{\text{б}} \cdot k}{100}, \quad (8.2)$$

$$W_{\pi} = 28800 - \frac{28800 \cdot 20}{100} = 23040 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Зменшені грошові витрати на оплату прогнозованої спожитої електроенергії при ціні 2,64 грн за кВт·год визначимо за формулою:

$$E_{\text{ел}} = (W_{\text{б}} - W_{\pi}) \cdot 2,64 \quad (8.3)$$

$$E_{\text{ел}} = (28800 - 23040) \cdot 2,64 = 15206 \text{ грн.}$$

Сумарний прибуток від реконструкції системи електрифікації становить:

$$E_{\text{р}} = \Delta Z + E_{\text{ел}}, \quad (8.4)$$

$$E_{\text{р}} = 96000 + 15206 = 111206 \text{ грн.}$$

Показники економічної ефективності проекту реконструкції системи електрифікації представлені на аркуші 5 графічної частини проекту.

## ВИСНОВКИ

Проведення реконструкції системи електрифікації картоплексовища фермерського господарства «Білі Роси» в смт. Понорниця, а також розробка автоматизованої системи керування мікрокліматом корпусів №1 та №2 з технічною інтеграцією сучасного електрообладнання принесуть наступні результати:

- підвищать показники надійності роботи електромережі у виробничих та допоміжних приміщеннях комплексу;
- забезпечать нормовану освітленість приміщень за рахунок використання сучасного світлодіодного обладнання;
- покращать технічні та екологічні умови праці в цеху;
- скоротять споживання електроенергії майновим комплексом до 20%;
- зменшать сплату спожитої електроенергії на 15 тис 206 грн;
- оптимізують кадровий склад до одного електрика;
- зменшать видатки на оплату праці на 96 тис грн з урахуванням чергового підвищення рівня заробітної плати;
- принесуть прибуток від реконструкції в 111 тис 206 грн.

Відповідно до проведених техніко-економічних розрахунків, термін окупності рішень по проекту складе 1 рік 5 місяців.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. YouControl – сервіс перевірки контрагентів. Підприємство ФГ «Білі Роси». Режим доступу: [https://youcontrol.com.ua/catalog/company\\_details/34334174/](https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/34334174/).
2. Опендатабот – сервіс моніторингу реєстраційних даних українських компаній. Режим доступу: <https://opendatabot.ua/c/34334174>.
3. Управління мікрокліматом овочесховищ: інноваційні системи. Режим доступу: <https://www.ppu21.ru/service/storehouse/ventilation/item1478.php>.
4. Фруктосховища / Зберігання картоплі. Компанія «INCOOLS». Режим доступу: <https://incools.com/ua/storage/potato>.
5. ВЦ 4-75 №6,3 вентилятор центробіжний. СИСТЕМАКС. Режим доступу: <https://systemax.ua/ventilyatory/centrobezhnye-radialnye-ventilyatory/vc-4-75/vc-4-75-6-3.html>.
6. Каталог продукції фірми Big Dutchman. Режим доступу: <https://bigdutchman.ua>.
7. Механізм електровиконавчий однооборотний МЕО-250. ТОВ «ЗАВОД УКРМАШПРОМ». Режим доступу: <https://www.mashprom.com.ua/механизм-мэо-250-25-0-25-99к/>.
8. Електропривод: підручник / Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, П.І. Савченко (та інші); за ред. Ю.М. Лавріненка. – К.: «Ліра-К», 2009. – 504 с.
9. Контактори та пускачі ПМЛ. ПРОФСВІТ. Режим доступу: [https://profsvet.com.ua/ua/g35448703-kontaktery-puskateli-pml/page\\_4](https://profsvet.com.ua/ua/g35448703-kontaktery-puskateli-pml/page_4).
10. Автоматизація виробничих процесів: підручник / І.В. Ельперін, О.М. Пупена, В.М. Сідлецький, С.М. Швед. – Вид. 2-ге, виправлене – К.: Вид. Ліра-К, 2015. – 378 с.
11. Каталог електрообладнання від МЕТЕНЕРГО. Режим доступу: <https://metenergo.com.ua/kontaktnejja-informacija/>.

12. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Електричне освітлення та опромінення» для студентів факультету енергетики і автоматики / Л.С. Червінський, Л.О. Сторожук, Б.М. Ковалишин – Київ, НУБіП, 2014 р. – 63 с.
13. Кушлик Р.В., Яковлев В.Ф., Куценко Ю.М., Лисиченко М.Л., Кунденко М.П., Федюшко Ю.М. Електричне освітлення та опромінення: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. Х: ТОВ «Планетапрінт», 2016. 332 с.
14. Калькулятори розрахунку освітленості. ЕКОВІЛ. Режим доступу: <http://ekobil.com.ua/kalkulyatori-rozrahunku-osvitlenosti-primishhennya/>.
15. Пістун І.П. Охорона праці в сільському господарстві : (технічне обслуговування в ремонт машин сільськогосподарського виробництва) / Ігор Павлович Пістун, Василь Васильович Хом'як, Йосип Васильович Хом'як. – Суми : Університетська книга, 2018. – 455 с.
16. ДНАОП 0.00-1.34 -02. Правила безпеки праці під час закладання на зберігання та первинної обробки плодоовочевої продукції. Міністерство аграрної політики України. – Київ: 2002.
17. Яковлев В. Ф., Барсукова Г. В. Методичні вказівки до виконання розділу «Екологічна експертиза» в випускних роботах здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальностей 2 першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. – Суми: СНАУ, 2021. – 12 с.
18. Кравець О.В. Методичні вказівки до економічної частини дипломних проектів ФЕСВ / О.В. Кравець, М. І. Стручаєв. – Мелітополь : ТДАТА, 2004. – 15 с.