

Зміст

1 Аналіз господарської діяльності об'єкту	9
1.1 Загальна характеристика об'єкту	9
1.2 Аналіз господарської діяльності об'єкту	9
1.3 Аналіз стану електрофікації.....	9
1.4 Висновки і пропозиції.....	10
2 Технологічна частина	11
2.1 Опис виробничих приміщень та розташування технологічного обладнання...	11
2.2 Складання паспортних даних стандартного технологічного обладнання	11
2.3 Технологічні вимоги до проекту електрофікації та автоматизації теплиці.....	12
2.4 Висновки і пропозиції.....	12
3 Розрахунок та вибір силового електрообладнання	13
3.1 Вибір силового електричного обладнання	13
3.2 Розрахунок системи вентиляції	13
3.3 Перевірочні розрахунки привідного електродвигуна вентилятора системи мікроклімату	16
3.4 Розрахунок та вибір систем поливу	18
3.5 Розрахунок калориферної установки для мікроклімату	21
3.6 Розробка схеми розташування силового обладнання	22
3.7 Висновки і пропозиції.....	22
4 Проектування автоматизації технологічних процесів.....	23
Розробка електричної схеми і системи автоматичного управління вентиля-	
4.1 цією теплиці	23
4.2 Розробка автоматизованої системи поливу	28
4.3 Висновки і пропозиції.....	35
5 Розрахунок та вибір елементів внутрішньої електричної мережі теплиці	36
5.1 Вибір напруги та схеми живлення	36
5.2 Розмітка на плані приміщення місць установки світильників ,розеток,вимикачів.....	36
5.3 Вибір місць установки групових освітлювальних щитів	36
5.4 Вибір трас прокладання освітлювальних мережі	36
5.5 Вибір марок проводів і способів їх прокладання	36
5.6 Розрахунок поперечного перерізу проводів на мінімум провідникового матеріалу (по величині допустимої втрати напруги) та перевірки вибраного перерізу на нагрів і механічну міцність	38
5.7 Вибір типу щитів	41
5.8 Вибір захисної апаратури	41
5.9 Заходи з техніки безпеки при експлуатації електрообладнання	43
5.10 Складання специфікації на матеріали та обладнання	44
5.11 Висновки і пропозиції.....	45

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		6

6	Проектування електричного освітлення	47
6.1	Вибір системи та виду освітлення	47
6.2	Вибір джерела світла та типу світильника	47
6.3	Вибір нормованості освітлення	47
6.4	Розрахунок розміщення світильників	48
6.5	Розрахунок освітлення приміщення методом коефіцієнту використання світлового потоку ,точковим, питомої потужності	48
6.6	Розрахунок освітлення на вході	62
6.7	Висновки і пропозиції.....	64
6.8	Складання світлотехнічної відомості	65
7	Охорона праці для робітників теплиці	67
7.1	Вступ	67
7.2	Основні принципи охорони праці на теплиці	67
7.3	Ризики та заходи щодо їх запобігання	67
7.4	Висновок	68
8	Обґрунтування економічної ефективності	68
8.1	Проведення економічного обґрунтування проекту	68
8.2	Розрахунок експлуаційних витрат	71
8.3	Розрахунок заробітної плати і амортизаційних відрахувань.....	71
8.4	Розрахунок експлуаційних витрат та економічних ефекту	73
8.5	Висновки і пропозиції.....	76
	Висновок	78
	Список використаної літератури	80

ВСТУП

Автоматизація та контроль мікроклімату в теплицях стає все більш актуальною задачею в контексті підвищення ефективності вирощування рослин. Одним з ключових аспектів в цьому процесі є проектування електричного освітлення тепличного господарства, яке враховує потреби рослин у світлі, енергоефективність та безпеку.

При проектуванні електричного освітлення необхідно враховувати різноманітні фактори. По-перше, важливо визначити потреби тепличних культур у світлі, оскільки різні рослини можуть вимагати різних рівнів освітлення для оптимального росту та розвитку. Вибір відповідних джерел світла, їхньої ефективності та споживаної енергії також відіграє важливу роль.

Розроблення оптимальної системи розміщення ламп і регулювання їхнього розташування та інтенсивності може містити встановлення різноманітних датчиків для автоматичного керування освітленням залежно від потреб рослин і часу доби.

Крім того, безпека та електробезпека є важливими аспектами при встановленні та експлуатації системи освітлення. Усі електричні компоненти повинні відповідати відповідним нормам та стандартам безпеки, щоб уникнути можливих аварій та забезпечити надійну роботу системи.

Ця дипломна робота присвячена розробці та впровадженню системи автоматизації та контролю мікроклімату в теплицях, що має на меті підвищення ефективності вирощування рослин та забезпечення їхнього оптимального росту та розвитку.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		8

1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОБ'ЄКТУ

1.1 Загальна характеристика об'єкту

S/V Diesel - це компанія, що займається ремонтом автомобілів всіх марок та має тепличне господарство, розташоване на її території у міському селищі Верхня Сироватка Сумської області. Компанія успішно працює з 2015 року під керівництвом директора Великород Сергій Іванович . Річний оборот підприємства становить приблизно 2500000 гривень.

1.2. Аналіз господарської діяльності об'єкту

Господарство S/V Diesel спеціалізується на вирощуванні різних сортів томатів, зокрема чері. За останні три роки підприємство показало стійке зростання виробництва:

- У 2021 році було зібрано 9 тонн томатів.
- У 2022 році ця цифра становила 11 тонн.
- У 2023 році виробництво зросло до 14 тонн.

Це свідчить про успішну господарську діяльність підприємства. Такий позитивний тренд може бути результатом ефективного управління господарством, впровадження сучасних технологій вирощування та догляду за рослинами, а також відмінної роботи працівників.

1.3. Аналіз стану електрифікації

Підприємство S/V Diesel живиться від трансформаторної підстанції, розташованої в населеному пункті Сироватка. Підстанція працює на напругу 35/0,4 кВ. Лінії електропередачі виконані ізольованим алюмінієвим проводом типу А-35 з використанням залізобетонних опор типу СВ.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		9

Ця конфігурація електричної мережі є стандартною для передачі електроенергії на підприємствах та забезпечує надійне та ефективне живлення господарства. Опори типу СВ є досить міцними та довговічними, що забезпечує стійкість системи до різних погодних умов та механічних навантажень.

Ізольований алюмінієвий провід типу А-35 є ефективним вибором для передачі електроенергії на відкритих ділянках, оскільки його ізоляція захищає від впливу зовнішніх факторів та забезпечує безпеку експлуатації.

1.4 Висновки та пропозиції

Аналіз діяльності тепличного господарства S/V Diesel показує стабільний ріст виробництва томатів, особливо чері, протягом останніх трьох років. Однак, існуюча система освітлення та автоматизації потребує удосконалення для оптимізації виробничих процесів та підвищення ефективності.

Наразі, багато елементів системи освітлення та автоматизації є застарілими та не забезпечують необхідного рівня ефективності та економічності. Наприклад, недостатня якість освітлення може впливати на ріст та розвиток рослин, а відсутність деяких автоматизованих систем може призвести до збільшення витрат ресурсів та праці.

Одним з ключових аспектів для вдосконалення є модернізація системи освітлення та автоматизації, що дозволить підвищити якість виробництва, зменшити витрати енергії та ресурсів, а також підвищити загальну продуктивність господарства.

На основі аналізу рекомендується модернізувати систему освітлення та автоматизації тепличного господарства S/V Diesel. Проект включає заміну обладнання, впровадження автоматизованих систем контролю та управління, а також створення системи моніторингу.

Це підвищить конкурентоспроможність і стабільність господарства, забезпечуючи ефективне використання ресурсів та підвищення якості продукції.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		10

2.ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Опис виробничих приміщень та розташування технологічного обладнання

У приміщеннях встановлюються лампи розжарювання та люмінесцентні лампи низького тиску типу ЛБ. Зовнішнє освітлення забезпечується лампами розжарювання.

Для освітлення використовуються світильники типу ПВЛМ, ЛСП18 та НСП01 різної потужності. Для вуличного освітлення встановлюються світильники СПП200.

Технічне обладнання розташоване таким чином, щоб забезпечити ефективність його роботи та зручний доступ для обслуговування. Система вентиляції включає вентилятори, розташовані на стінах теплиці, що забезпечують циркуляцію повітря. Система поливу складається з крапельного поливу, що забезпечує рівномірне зрошення ґрунту.

Крім основної теплиці, на території розташовані складські приміщення для зберігання добрив та іншого обладнання, а також адміністративна будівля для управління тепличним господарством. Всі приміщення обладнані необхідними системами безпеки та комфортною умовами для працівників та обладнання."

2.2. Складання паспортних даних стандартного технологічного обладнання

На основі наших обчислень ми розробимо схему і систему автоматизованого керування вентиляцією тепличної споруди. У дипломній роботі ми плануємо використовувати стандартну приточно-витяжну установку (ПВУ), керування якою буде здійснюватися з використанням нашої розробленої системи автоматичного управління, деталі якої подано в таблиці 2.1.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		11

Таблиця 2.1- Паспортні дані

Назва	потужність	Температура експлуатації:	Ступінь захисту:	Напруга	Частота обертів:
Вентиляційна установка UVS VENUS DF 5	850м ² /год	+80 °С	IP44	220В	2800 об/хв
водонагрівач ТІТАН 60	60кВт	+70 °С	IP44	380В	-
Калориферна установка СФОО	24кВт	+70 °С	IP44	380В	3600 об/хв

2.3 Технологічні вимоги до проекту електрифікації та автоматизації теплиці

З метою забезпечення встановлених умов утримання рослин та отримання максимального врожаю у теплиці висуваються наступні вимоги:

- ✓ всі технологічні процеси у теплиці повинні бути забезпечені електричним живленням;
- ✓ всі приміщення теплиці повинні мати систему штучного освітлення для забезпечення оптимальних умов для росту рослин;
- ✓ для виробничих потреб теплиця повинна бути забезпечена холодною та гарячою водою;
- ✓ для забезпечення оптимальних параметрів мікроклімату необхідно передбачити автоматизовану систему вентиляції та опалення.

Ці вимоги враховуються у процесі розробки та впровадження системи електрифікації та автоматизації для вашої теплиці.

2.4 Висновки та пропозиції

Освітлення теплиці здійснюється лампами розжарювання та ЛБ, зовнішнє – світильниками СПП200. Вентиляція вентиляторами, полив – крапельний. Є складські приміщення та адміністративна будівля. Рекомендується замінити лампи на світлодіодні та вдосконалити вентиляцію автоматичним регулюванням..

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		12

3. РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

3.1 Вибір силового електричного обладнання

У зв'язку з постійними технологічними вдосконаленнями у промисловості, було запропоновано замінити електродвигуни серій АО2 та А2 на більш продуктивні моделі серії АИР. Ці нові двигуни відзначаються покращеними характеристиками, що забезпечують ефективнішу роботу в порівнянні з попередніми моделями 4А та 4АМ.

Усе електрообладнання має працювати на напрузі 220/380 В змінного струму і частотою 50 Гц. Категорія розміщення обладнання – 3, а кліматичне виконання – У або УХЛ.

3.2 Розрахунок системи вентиляції

Для забезпечення оптимального мікроклімату в теплиці розраховується необхідний об'єм повітря для вентиляції. Кількість та тип вентиляційних установок визначаються на основі максимального значення обсягу повітря, яке потребує заміни за годину.

Для розрахунку системи вентиляції теплиці використовуються наступні формули:

$$L_{BO} = \frac{\sum W}{q_1 \cdot \phi_6 - q_2 \cdot \phi_n},$$
$$q_2 = 3,1 \text{ г/м}^3$$
$$\phi_6 = 75\% \phi_n = 40\%.$$
$$K_2 = 4200 \text{ д}^{-1}$$
$$S_{A1-A2cm} = 1,5 \text{ мм}^2$$
(3.1)

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						13
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Виходячи із загальної площі цеху(400 м²) і середньозваженого волого-виділення з 1 м² площі 50 г/год:

де q_1 : - вологість зовнішнього повітря;

$$q_2 = 3,1 \text{ г/м}^3$$

ϕ_B ϕ_H -відносна вологість внутрішнього і зовнішнього повітря, відповідно,

$$\phi_B = 75\% \phi_H = 40\%.$$

$$L_{BO} = \frac{2520}{12,9 \cdot 0,75 - 3,1 \cdot 0,4} = 298,76 \text{ м}^3/\text{год}$$

Повний об'єм цеху дорівнює $V_{пол} = 1200 \text{ м}^3$

Мінімально допустиму кратність повітрообміну R_b

визначається відношенням:

$$R_b = \frac{L_{BO}}{V_{пол}} \quad (3.2)$$

$$R_b = \frac{298,76}{1200} = 0,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

Розрахунковий об'єм вентиляції з урахуванням втрат повітря в системі приймається за співвідношенням:

$$Q_p = k_3 \cdot L_{BO}, \quad (3.3)$$

де коефіцієнт запасу системи вентиляції позначається як і дорівнює 1,5.

$$Q_p = 1,5 \cdot 298,76 = 448,14 \text{ м}^3/\text{год}$$

Необхідна годинна кратність повітрообміну,

позначена як k_1 і вимірюється у годину-1, складатиме:

$$k_2 = \frac{Q_p}{V_{пол}}, \quad (3.4)$$

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						14
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$k_{\Gamma} = \frac{448,14}{1200} = 0,37 \text{ год}^{-1}$$

Приймаємо $K_2 = 4 \text{ год}^{-1}$

У зв'язку з тим, що значення показника лежить у проміжку від 3 до 5, для вентиляції рекомендується використовувати систему з механічним вентилятором або приточно-витяжну систему. Розрахунок подачі повітря витяжними вентиляторами здійснюється за наступною формулою:

$$Q_{\text{внт}} = (2-3) \cdot L_{\text{В.О}} \quad (3.5)$$

де: 2-3- коефіцієнт запасу, що дозволяє регулювати параметри мікроклімату.

$$Q_{\text{внт}} = 2,5 \cdot 298,76 = 746,9 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Подачу вентиляторів приймаємо на 20-25% менше подачі витяжних вентиляторів, тобто:

$$Q_{\text{пр}} = Q_{\text{внт}} - (Q_{\text{внт}} \cdot 0,25) \quad (3.6)$$

$$Q_{\text{пр}} = 746,9 - (746,9 \cdot 0,25) = 560,17 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Число вентиляторів знаходимо за формулою:

$$n = \frac{Q_{\text{внт}}}{q} \quad (3.7)$$

де q - подача припливного або витяжного вентилятора, $\text{м}^3 / \text{год}$.

$$n = \frac{746,9}{850} = 0,87$$

Приймаємо-1 шт.

На основі отриманих даних планується розробка електричної схеми та системи автоматичного управління вентиляцією у теплиці. У рамках дипломної роботи буде використано стандартну приточно-витяжну установку (ПВУ), процес керування якою передбачено здійснювати за допомогою розробленої системи автоматизації.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						15
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

3.3 Перевірочні розрахунки привідного електродвигуна вентилятора системи мікроклімату

Проведемо перевірочний розрахунок потужності електродвигуна для приводу вентилятора вентиляційної установки, яка використовується з вентиляторами та має модель Титан типу СФОЦ потужністю 12 кВт.

$$P_{розр} = k_3 \frac{QH}{\eta_e \eta_n} \cdot 10^{-3}, \quad (3.8)$$

де АИРС71А6 – значення продуктивності вентилятора, м³/год;

H - величина тиску повітря, що виходить з вентиляторів, Па;

k_3 - величина коефіцієнту запасу, для вентилятора відцентрового приймаємо

$$k_3 = 1,1;$$

η_e - ККД вентилятора; для вентилятора відцентрового приймаємо $\eta_e = 0,7$;

η_n - значення ККД передачі обертового руху, $\eta_n = 1$.

$$P_{розр} = 1,1 \frac{850 \cdot 250}{0,7 \cdot 1} \cdot 10^{-3} = 333,9 \text{ Вт}$$

Електродвигун для вентилятора вибираємо за умовою

$$P_{дв} > P_{розр} \quad (3.9)$$

Ми вибрали для установки електродвигун типу АИРС71А6. Технічні характеристики цього електродвигуна наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 -Технічні характеристики ЕД АИРС71А6

Параметр	Значення	Одиниця вимірювання
Потужність	P	0,37
Частота обертання (умовна/фактична)	v	1000 (880)
Напруга	U	220/380
Сила струму	I	1,3
ККД	η	62
Коефіцієнт потужності	cos ϕ	0,7
Співвідношення крутних моментів (Mп/Мн)	-	1,9
Співвідношення крутних моментів (Mmax/Мн)	-	2
Співвідношення струмів (Ip/In)	-	4,7

За пусковими умовами обраний електродвигун перевіряємо за умовою

$$M_{nED} \geq M_{ndv}, \quad (3.10)$$

де: M_{nED} – номінальний пусковий момент обраного для вентилятора електродвигуна, Н·м;

M_{ndv} – пускові моменти вентилятора типу UVS VENUS DF 5

$K_u = 0,9$ коефіцієнт можливої зниження напруги в теплиці

Для визначення номінального моменту обраного електродвигуна для приводу вентилятора скористаємося таким виразом.

ω_n - значення кутової швидкості обраного для вентилятора ЕД, c^{-1} .

$$M_n = \frac{400}{109} = 3,66 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{nED} = 3,66 \cdot 1,9 \cdot 0,9^2 = 5,63 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Значення моменту опору вентилятора знаходиться за таким виразом.

$$M_{в.в} = \frac{333,9}{0,109 \cdot 1000} = 3,06 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Оскільки умова $M_{nED} = 5,63 \text{ Н} \cdot \text{м} > M_{н.в.в} = 3,06 \text{ Н} \cdot \text{м}$ обраного електродвигуна для приводу вентилятора виконується, то він відповідає пусковим умовам. Тепер проведемо перевірку обраного електродвигуна за перевантажувальною характеристикою.

$$M_{maxED} \geq M_{max в.в} \quad (3.13)$$

де: $M_{maxED}, M_{max в.в}$ - Величина максимального моменту опору електродвигуна (ЕД) та вентилятора вентиляційної установки вимірюється в Ньютона-метрах (Н·м).

де μ_{max} – обраного для вентилятора електродвигуна, $\mu_{max} = 2,1$.

$$M_{maxED} = 3,66 \cdot 2,1 \cdot 0,9^2 = 6,22 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Е

М					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
В						17
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Е

Оскільки умова $M_{\max ED} = 6,22 Н \cdot м > M_{msx.v.v} = 3,06 Н \cdot м$ виконується, обраний електродвигун для приводу вентилятора відповідає перевантажувальній здатності.

3.4 Розрахунок та вибір систем поливу

Відповідно до "Норм технологічного проектування для теплиць та тепличних комбінатів", інтенсивність зрошення ґрунту в теплиці за допомогою дощування не має перевищувати 1 літр на 1 квадратний метр за хвилину. Температура води для поливу повинна знаходитися в діапазоні 22-25 градусів Цельсія, а витрата води - 10 літрів на квадратний метр. Тривалість поливу не повинна перевищувати 4 годин на добу. У разі використання проточних електричних водонагрівачів, їх потужність (кВт) розраховується за формулою:

$$P = \frac{Q}{3600} = \frac{kGc(t_k - t_n)}{\eta\Phi 3600} \quad (3.15)$$

де Q- кількість тепла, потрібного для нагрівання поливальної води, кДж/год;

Φ - час нагрівання, год;

3600 - термічний еквівалент, кДж/(кВт/год);

k- 1,1-1,2 коефіцієнт запасу;

G- маса води, що підлягає нагріванню протягом години, кг;

c - питома теплоємність води, c = 4,19 кДж/(кг/°C);

t_k і t_n - температура нагрівання води кінцева і початкова, °C;

η- ККД водонагрівача.

Розрахунок потужності проточного електричного водонагрівача, необхідного для підігріву води з 4°C до 25°C з метою поливу розсади в тепличній споруді площею 400 м² протягом 2 годин при коефіцієнті корисної дії η = 0,98, можна здійснити за наступним алгоритмом.

$$G = \frac{y \cdot 10 \cdot 400}{2} = \frac{1 \cdot 10 \cdot 400}{2} = 2000 \quad (3.16)$$

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						18
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Кількість тепла, що потрібне для нагрівання протягом години 2000л води з урахуванням втрат у навколишнє середовище:

$$Q = \frac{1.2 \cdot 2000 \cdot 4.19 \cdot (25 - 4)}{0.98 \cdot 1} = 215485.7 \text{ кДж / год}$$

Встановлена потужність проточного електроводонагрівача може бути визначена за формулою:

$$P = \frac{215485.7}{3600} = 60 \text{ кВт} \quad (3.17)$$

Розраховану величину можна розглядати як сумарну потужність усіх проточних водонагрівачів, встановлених у теплиці.

Завдання впровадження систем поливу в різних сферах сільського господарства частково вирішено завдяки різноманітним типам поливальних систем, призначених для обробки великих площ посівів. Проте, питанню впровадження систем поливу на невеликих ділянках, таких як тепличні споруди, приділяється недостатня увага. Нерідко це складний і тривалий процес, що супроводжується нераціональним використанням води. З метою вирішення цієї проблеми пропонується виділити два основні напрямки:

1. Оптимізація використання водних ресурсів під час поливу;
2. Автоматизація процесу зрошення для зменшення ручної праці та економії часу.

Під час проектування систем автоматичного зрошення слід врахувати, що часте й рясне зрошення ґрунту може негативно впливати на його стан. Тому при проектуванні таких систем необхідно брати до уваги цю особливість.

Проводячи комплексне дослідження даної теми, ми проаналізували системи зрошення, поширені на великих площах, та порівняли їх з можливостями зрошення на невеликих ділянках, зокрема в теплицях. Зрошення на невеликих ділянках може використовувати ті ж технології зрошення, що й системи для великих площ. Вивчаючи системи зрошення, ми дійшли висновку, що найбільш перспективними є системи крапельного зрошення. Саме на основі такої системи

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		19

ми плануємо розробити нашу систему. Більше того, проектуючи системи крапельного зрошення для невеликих ділянок, ми зможемо масштабувати їх та впроваджувати системи крапельного зрошення для великих площ у майбутньому. Оскільки ми проектуємо систему крапельного поливу для тепличної будівлі, розглянемо можливі варіанти систем крапельного поливу, які пропонуються на ринку. На сьогодні існують два основних типи систем крапельного поливу:

1. Крапельна система поливу: Ця система використовує трубопровід з перфорацією або "крапельницями", які розташовуються вздовж рядів рослин. Перфорація або крапельниці являють собою отвори, зроблені в шлангу або трубопроводі з гумовою вставкою. Вода подається через ці отвори невеликими краплями, зволожуючи ґрунт біля коренів рослин.

2. Система поливу з інжекторами: Ця система складається з тонких трубок, на кінцях яких розташовані інжектори. Інжектор - це мініатюрний розпилювач, який дозволяє регулювати кількість води, що подається.

При порівнянні цих двох систем стає очевидною наявність багатьох відмінностей. Детальні результати порівняння представлені в таблиці 3.2.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		20

Таблиця 3.2 – Порівняльна характеристика систем поливу

№	Критерій	Система крапельного поливу типу «крапельниця»	Система крапельного поливу з інжекторами
1	Зручність розгортання системи	Проста прокладка трубопроводу по грядках з рослинами. Простий спосіб проколювання отворів-крапельниць	Трохи більша витрата трубопроводу (шлангу), пов'язаний з обов'язковим відведенням шлангу з інжектором під кожен куш.
2	Зручність переконафігурації системи під нові вимоги	Необхідно перебудувати систему заново. У разі зміни відстані між рослинами, необхідно заново прокласти трубопровід і проробляти отвори під крапельницю.	Будь-яка зміна конфігурації не представляє складності, так як продовжити трубопровід можна за допомогою перехідників, зробити додаткові відводи можна за допомогою спеціальних трійників.
3	Регулювання об'єму води, що подається, для поливу або припинення подачі води для конкретної рослини	Такої можливості немає.	Інжектори становлять основу з дахівкою, в якій пророблені отвори. Кришка обертається відносно основи, що дає можливість збільшувати або зменшувати (аж до повного зупинення) обсяг рідини, що подається.

Проаналізувавши системи крапельного поливу з інжекторами та крапельницями, ми дійшли висновку, що системи з інжекторами мають значніші переваги. З огляду на це, ми вирішили використовувати саме цей тип системи для нашого проекту.

3.5 Розрахунок калориферної установки для мікроклімату

Для розрахунку необхідної потужності калориферної установки для підтримки мікроклімату у теплиці можна скористатися наступними формулами:

1. Розрахунок теплового потоку через стіни теплиці:

$$Q = U \cdot A \cdot (t_{вн} - t_{зов}) \quad (3.18)$$

де: Q - тепловий потік, Вт (ват);

U - коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²·°C);

A - площа поверхні стін теплиці, м² (квадратних метрів);

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						21
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$t_{\text{вн}}$ - температура в середині теплиці, °С (градусів Цельсія);

$t_{\text{зов}}$ - температура зовнішня, °С (градусів Цельсія).

$$Q = 0.5 \cdot 1200 \cdot (25 - 7) = 10800 \text{ Вт}$$

Розрахунок потужності калориферної установки: приблизно 10,8 кВт, так як калорифер повинен забезпечувати необхідний тепловий потік для підтримки температури в теплиці.

3.6 Розробка схеми розташування силового обладнання

Силове електрообладнання тепличного приміщення розташовується в 2-технологічному приміщенні. Воно постачається в комплекті з необхідними технологічними пристроями та розташовується неподалік від їх установки.

Схему електричного розташування силового електрообладнання та технологічних пристроїв тепличного приміщення можна знайти на листі ДП.12.0.0.01.Э7 графічної частини проекту.

3.7 Висновок і пропозиції

Запропоновано замінити електродвигуни АО2 та А2 на продуктивніші АИР. Електрообладнання працює на 220/380 В, 50 Гц, зі ступенем захисту IP54. Для оптимального мікроклімату в теплиці потрібно розрахувати об'єм повітря для вентиляції та вибрати відповідні установки. На основі цих даних буде зроблена система автоматичного управління вентиляцією з приточно-витяжною установкою (ПВУ).

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		22

4.ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

4.1Розробка електричної схеми і системи автоматичного управління вентиляцією теплиці

Рисунок 4.1 демонструє схему типової приточно-витяжної установки (ПВУ). Ця установка здатна забезпечувати вентиляцію та обігрів зовнішнього повітря двома способами: за допомогою електронагрівальних елементів (ТЕН) або часткової рециркуляції повітря з вентилязованого приміщення.

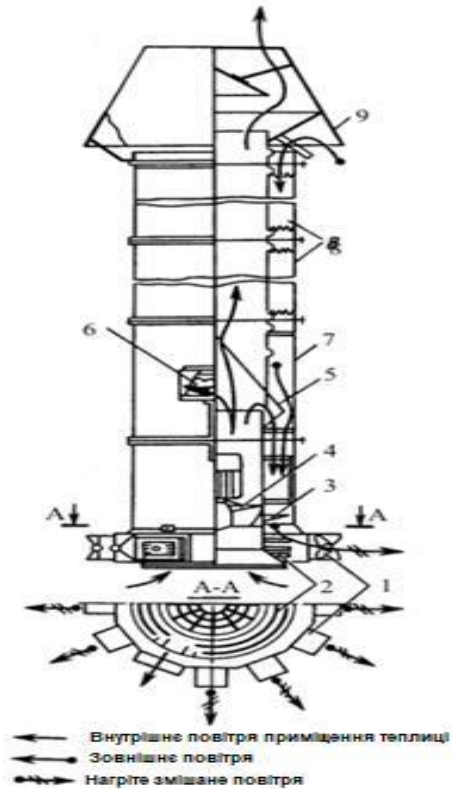


Рисунок 4.1 – Приточно-витяжна установка:

- 1 - приточні насадки; 2 - електронагрівальні секції; 3 - вентиляторна секція; 4 - колесо вентилятора; 5 - рециркуляційна засувка; 6 – електропривід засувки; 7 – секція рециркуляційних засувки; 8 – проміжні секції; 9 – парасоля.

У витяжних шахтах вентилятори монтуються, як правило, без попереднього підігріву повітря. У разі ж розміщення вентиляторів у приточних каналах рекомендується передбачити підігрів повітря для приміщень, де відчувається дефіцит тепла.

Такі установки відомі як вентиляційно-калориферні.

Шахта ПВУ складається з концентричних труб, які формують два окремих

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		23

канали: приточний та витяжний. У вентиляторній секції розміщений вентилятор, що має колесо з двома рядами лопатей. Зовнішні лопаті забирають повітря з приміщення, а внутрішні - викидають його через центральну трубу. За допомогою заслінок регулюється витяжка, направляючи частину повітря в потік свіжого, де воно обігрівается. Комплект ПВУ включає 6 шахт, силовий блок та пульт керування для централізованого управління припливно-витяжними установками.

Приточно-витяжні установки - це універсальні системи вентиляції, які можуть використовуватися для:

- **Вентиляції тепличних приміщень:** Забезпечують постійний приплив свіжого повітря та видалення відпрацьованого, що сприяє оптимальному мікроклімату для зростання рослин.
- **Автоматичного підтримання температури:** Завдяки датчикам та регуляторам температура повітря в теплиці може підтримуватися на заданому рівні протягом року.
- **Регулювання повітрообміну:** Залежно від зовнішньої та внутрішньої температури система може автоматично збільшувати або зменшувати кількість повітря, що подається в теплицю.

Організація системи вентиляції є необхідною для створення оптимального мікроклімату в теплиці. Можливе використання як природної, так і примусової вентиляції. Природна вентиляція не вимагає спеціальних зусиль і може здійснюватися за допомогою вікон, дверей, плівкових шторок та вентиляційних труб. Примусова вентиляція потребує системи автоматичного управління, яка ефективно переміщує повітря в теплиці.

У дипломній роботі буде здійснено модернізацію припливно-витяжної установки, представленої на рисунку, із впровадженням системи автоматичного управління.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		24

На рисунку 4.2 зображено розроблену електричну схему автоматичного управління вентиляцією в тепличному приміщенні.

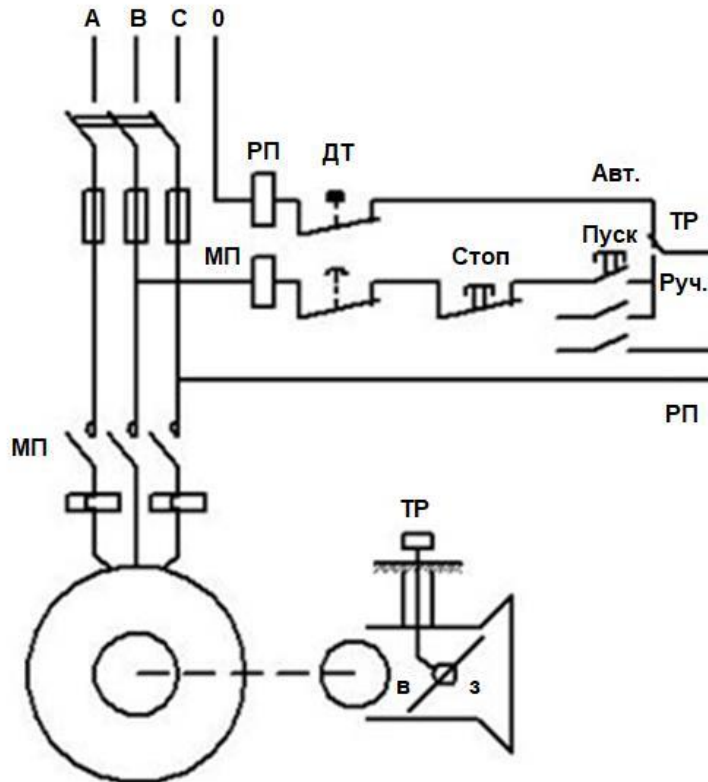


Рисунок 4.2 – Електрична схема управління вентиляцією в теплиці:

ДТ – давач температури; ТР – температурне реле;

В - вентилятор; З – засувка

Принцип дії цієї системи полягає в наступному: вентилятор В розміщується в головному приточному каналі, де також знаходиться заслінка З. У тепличному приміщенні розміщено термореле ТР, яке відкриває або закриває заслінку З в залежності від температури повітря. При автоматичному режимі роботи електродвигун управляється давачем ДТ, який увімкнений та вимкнений відповідно до температури повітря в приміщенні. При ввімкненні контактів давача живиться котушка РП, що замикає контакти.

Далі, котушка МП активується, і магнітний пускач МП вмикає електродвигун. Коли температура повітря досягає допустимого найнижчого рівня, давач

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						25
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

ДТ розімкне контакт котушки **РП**, що призведе до вимкнення електродвигуна вентилятора. Це призведе до припинення подачі зовнішнього повітря в приміщення.

Основні розрахунки системи вентиляції були представлені в попередньому розділі. Основними параметрами вентиляторів є їх продуктивність і повний тиск. Продуктивність вентилятора визначається з урахуванням втрат або підсосів у повітроводах, і для розрахунку потужності електродвигуна. Крім того, розрахункову кількість повітря збільшують на 10% для пластмасових, металевих і азбестоцементних повітроводів довжиною до 50 м.

За винятком певних випадків, розрахункова продуктивність вентилятора збільшується на 10%. Цей запас потужності гарантує ефективну роботу вентилятора навіть у складних умовах або при непередбачених змінах умов експлуатації.

Для автоматичного управління калорифером необхідно перемкнути перемикач в верхнє положення, після чого котушка **К2** отримає напругу і електродвигун вентилятора включиться.

Якщо в цей час контакти датчиків температури замкнуті і температура в приміщенні нижче потрібної, то напруга буде підведена до котушки **Р2**.

При замиканні контактів реле потоку повітря **К1** включає калорифер, а зачіпка буде відкрита електродвигуном приводу на мінімальну подачу повіт.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		26

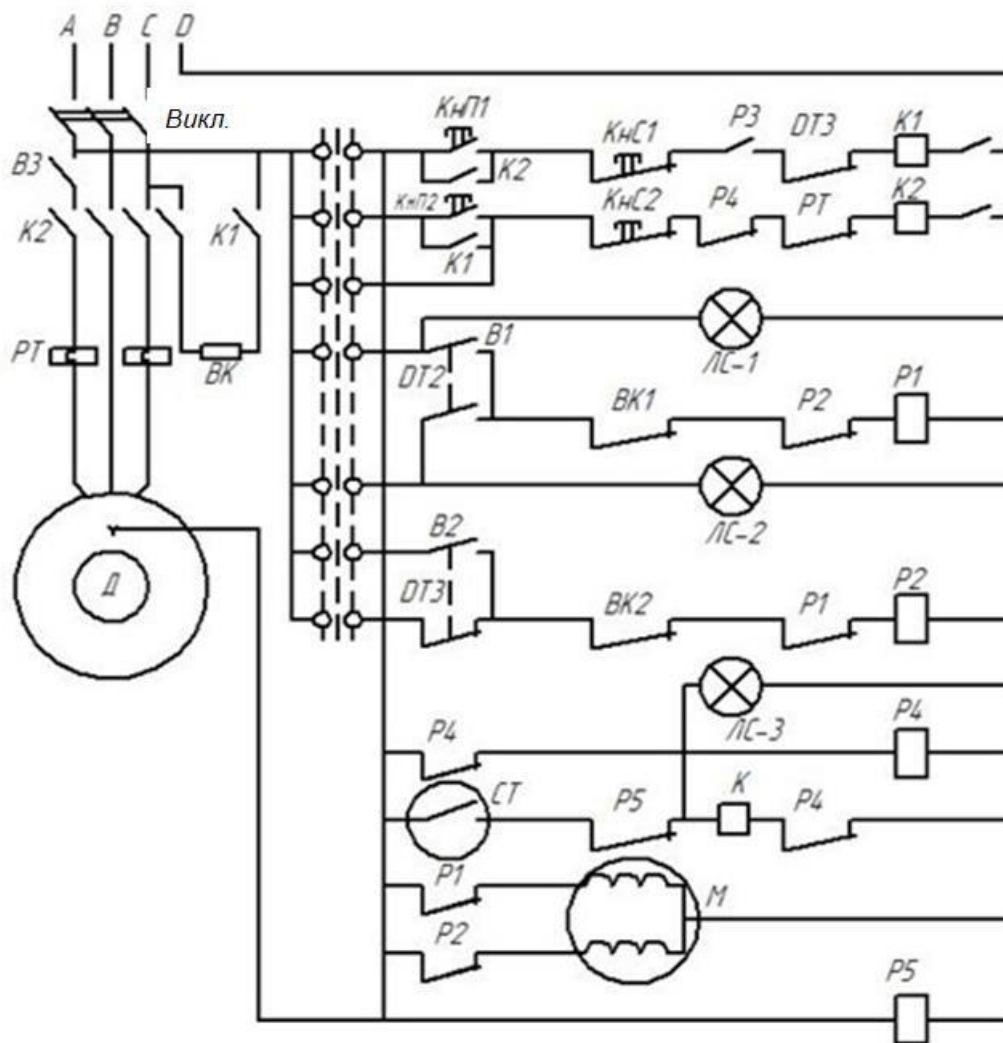


Рисунок 4.3 – Електрична схема управління калориферною системою:
 КнП1 і КнП2 – кнопки; В1-В3 – тумблери; ВК1 і ВК2 – кінцеві вимикачі;
 ДТ2 і ДТ3 – давачі температури; СТ – стартер; Р4 – аварійне реле;

КнС – кнопка зняття напруги; Р – реле; ЛС – лампа сигнальна

Якщо трапиться обрив фази, це призведе до напруги на стартері у випадку несиметричності напруги. Котушка аварійного реле отримає повну напругу мережі після встановленого часу, що залежить від часу нагріву електродів стартера і опору. Після цього котушка аварійного реле від'єднає електродвигун вентилятора та калорифера від мережі, і одночасно засвітиться сигнальна лампа. Щоб повторно ввімкнути калорифер, необхідно усунути несправність і відключити напругу з котушки за допомогою кнопки.

зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата
-----	------	-------------	--------	------

Ручне керування електрокалорифером здійснюється, коли універсальний перемикач знаходиться в нижньому положенні. Після цього за допомогою кнопок і тумблерів вмикаються електродвигун вентилятора, калорифер і привід заслінки.

4.2 Розробка автоматизованої системи поливу

Після ретельного вивчення систем поливу та вибору крапельного поливу з інжекторами, ми переходимо до обговорення автоматизації поливу. Розглянемо усі можливі варіанти, обмежившись виключно електронними системами автоматизації, і не будемо розглядати механічні рішення.

Готові рішення, переважно від китайських виробників, доступні на інтернет-агрегаторі Aliexpress. Проте порівняльний аналіз цих систем контролю поливу потребує визначення основних вимог до системи поливу.

Основні вимоги до автоматичної системи поливу:

1. **Автономність:** Система має працювати самостійно, без постійного втручання людини (за винятком первинного налаштування).
2. **Контроль подачі води:** Система повинна мати можливість вмикати та вимикати подачу води за допомогою таймера або заздалегідь визначеним розкладом.
3. **Резервне живлення:** Система має бути обладнана резервним джерелом живлення на випадок відключення основного електропостачання.
4. **Гнучкість конфігурації:** Система повинна мати можливість розширення та модифікації для адаптації до потреб користувача.
5. **Інтеграція датчиків:** Система повинна мати можливість підключати зовнішні датчики вологості та температури для кращого контролю за поливом.
6. **Уникнення надмірного поливу:** Система повинна враховувати рекомендації щодо поливу, щоб запобігти шкоді рослинам від надмірного зволоження.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		28

Таблиця 4.1–Характеристика приладів

№	Вимога (характеристика)	Автоматичний таймер поливу Ессо	Електронний цифровий контролер поливу	Автоматична система поливу Aqualin
1	Фото			
2	Ввімкнення/вимкнення подачі води за таймером або розкладом	ТАК	ТА	ТАК
3	Можливість використання резервних джерел живлення при відсутності основного живлення	НІ	НІ	НІ
4	Можливість гнучкої зміни конфігурації	НІ	НІ	НІ
5	Можливість підключення зовнішніх датчиків	НІ	Тільки давач дощу	Тільки давач дощу
6	Облік відсотка вологості ґрунту при поливі, для уникнення надмірного поливу	НІ	НІ	НІ

Згідно з порівняльною таблицею, жодна з готових систем автоматичного поливу не відповідає всім вимогам, викладеним раніше. Зокрема, жодна з цих систем не передбачає зондування вологості ґрунту перед поливом. Це може призвести до надмірного зволоження ґрунту, що може мати негативні наслідки, описані раніше.

З огляду на те, що жодна з готових систем автоматичного поливу не відповідає всім вимогам, викладеним раніше, стає очевидним, що необхідно розробити власну систему. Ця система повинна буде враховувати всі ключові аспекти, а саме:

Цей алгоритм описує роботу автоматизованої системи поливу, яка враховує інтервали між поливами, вологість ґрунту, вологість та температуру в приміщенні (у разі роботи в теплиці). Система також може включати додаткові функції, такі як активація витяжного вентилятора для регулювання мікроклімату в теплиці.

Основні етапи:

1. Перевірка часових інтервалів:

- Система періодично перевіряє час, щоб визначити, чи настав час для чергового поливу.
- Якщо час настав, система вмикає подачу води на n хвилин.
- Після закінчення n хвилин система вимикає подачу води.
- Частота поливу визначається параметрами m (інтервал між поливами в хвилинах) та n (тривалість одного поливу в хвилинах).

2. Перевірка вологості ґрунту:

- Система періодично перевіряє вологість ґрунту за допомогою датчика.
- Якщо вологість ґрунту перевищує допустимий рівень, система відключає подачу води, щоб запобігти надмірному зволоженню.
- Допустимий рівень вологості ґрунту можна налаштувати вручну.

3. Контроль вологості в приміщенні (у разі роботи в теплиці):

- Система періодично перевіряє рівень вологості в приміщенні за допомогою датчика.
- Якщо рівень вологості перевищує допустимий рівень, система вмикає витяжний вентилятор для осушення повітря.
- Допустимий рівень вологості можна налаштувати вручну.

4. Контроль температури в приміщенні (у разі роботи в теплиці):

- Система періодично перевіряє температуру в приміщенні за допомогою датчика.
- Якщо температура перевищує допустимий рівень, система вмикає витяжний вентилятор для охолодження повітря.
- Допустимий рівень температури можна налаштувати вручну.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						30
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

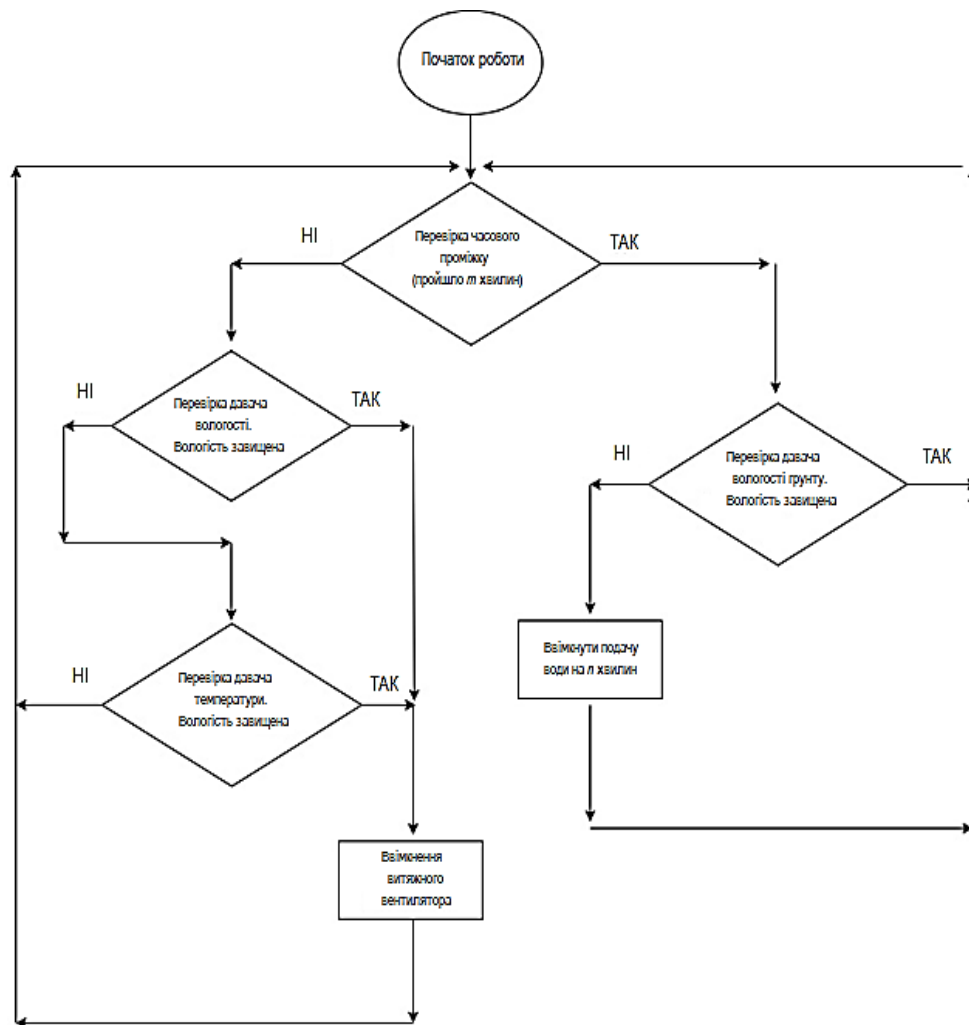


Рисунок 4.4 -Блок-схема логіки роботи системи поливу

Будь-який програмований пристрій може втілити цю схему роботи. Існують два основних типи програмованих пристроїв: персональні комп'ютери і програмовані контролери, такі як Arduino. Порівнюючи ці платформи з точки зору зручності налаштування і використання, можна зробити висновок.

Що найбільш перспективною є Arduino, яку ми вибрали для нашого проекту.

Таблиця 4.2 – Порівняльна таблиця платформ

№	Характеристика	PC (персональний комп'ютер)	Arduino
1	Обов'язкова наявність додаткового ПЗ	ТАК. Для роботи необхідна наявність операційної системи	НІ. Робота автономна.
2	Зручність і простота написання програмного забезпечення для роботи поливу	В наявності велика кількість засобів розробки, деколи складного. Потрібні спеціальні знання.	Проста середовища розробки. Доступна до розуміння не підготовленим людям.
3	Простота підключення різних датчиків і виконавчих пристроїв.	Необхідні давачі зі спеціальними інтерфейсами COM або USB. Складність в узгодженні роботи вхідних інтерфейсів з інтерфейсами датчиків.	Велика кількість давачів. Просте підключення давачів. Робота давачів стандартизована, аналоговий інтерфейс або цифровий.
4	Масштабованість	Копіювання програми поливу з одного пристрою на інший, з огляду на можливі відмінності в конфігурації конкретного пристрою.	Просте копіювання скетчу (виконавчої програми) на інший пристрій. Відмінності конфігурації не критичні.
5	Розмір	Системний блок, монітор, клавіатура і миша. Все це займає досить багато місця.	Маленькі плати. Не вимагають обов'язкового підключення монітора і пристроїв вводу.
6	Ціна	6 000 – 12 000 грн.	Біля 1 000 грн., разом з давачами.

Ми вирішили використовувати Arduino Nano як апаратну платформу для реалізації нашої системи. Основні характеристики Arduino Nano наведені в таблиці 4.3



Рисунок 4.5 – Програмований контролер Arduino Nano

Таблиця 4.3 – Основні характеристики Arduino Nano

Мікроконтролер	Atmel ATmega168 або ATmega328
Робоча напруга (логічний рівень)	5 В
Вхідна напруга (рекомендована)	7-12 В
Вхідна напруга (гранична)	6-20 В
Цифрові Входи/Виходи	14 (6 із яких можуть використовуватися як виходи ШІМ)
Аналогові входи	8
Постійний струм через вхід/вихід	40 мА
Флеш-пам'ять	16 Кб (ATmega168) або 32 Кб (ATmega328), при цьому 2 Кб використовуються для завантажувача
ОЗУ	1 Кб (ATmega168) або 2 Кб (ATmega328)
EEPROM	512 байт (ATmega168) або 1 Кб (ATmega328)
Тактова частота	16 МГц
Розміри	1.85 см x 4.2 см

Ми можемо використати доступний обсяг пам'яті, включаючи оперативну пам'ять (ОЗП) і флеш-пам'ять, для розробки програми управління поливом. Щодо вибору датчиків, нам знадобляться наступні:

- Датчик вологості ґрунту;
- Датчик температури;
- Датчик вологості навколишнього повітря;
- Реле для управління вентилятором і подачею води;
- РК-дисплей для відображення поточних параметрів;

Блок живлення.

Датчики вологості та температури можуть бути поєднані в одному пристрої.

Для живлення системи можна скористатися імпульсним блоком живлення на 24 вольти та стабілізатором на базі LM317 для зниження напруги до 5 вольт

для цифрової частини автоматичного поливу. Також від цього ж джерела живлення можна жити виконавчу частину пристрою (електромагнітний клапан) через стабілізатор, який видаватиме 12 вольт.

На рисунку 4.6 зображено логічну схему розробленої системи автоматизованого поливу водою у теплиці, а на рисунку

4.7- схему підключення датчиків до плати.

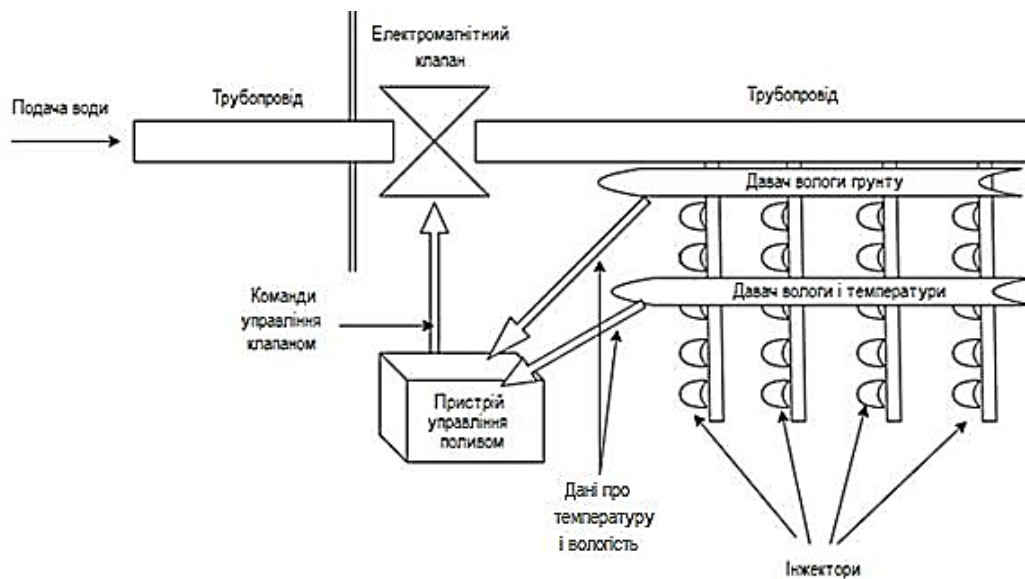
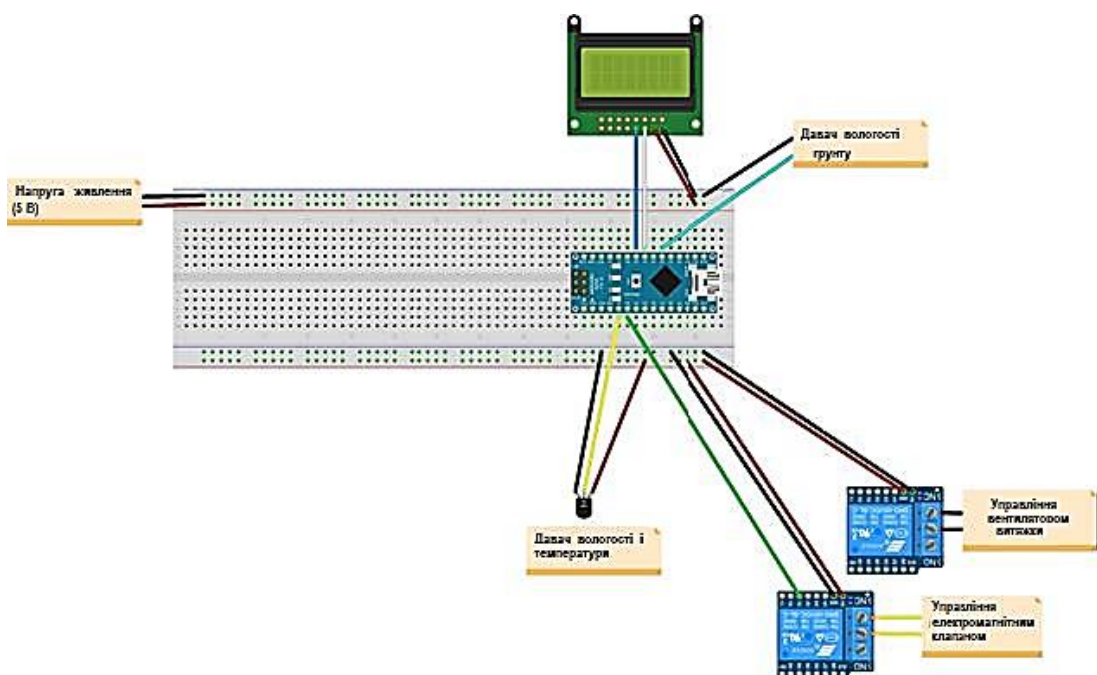


Рисунок 4.6 – Логічна схема автоматизованої система автополиву



зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата
-----	------	-------------	--------	------

Рисунок 4.7 –Схема підключення датчиків до плати Arduino

Для відображення оперативної інформації за показами датчиків можна використати рідкокристалічний дисплей (LCD) 1602, який здатний показувати 2 рядки по 16 символів у кожному.

У системі автополиву LCD дисплей буде застосовуватися для оперативного відображення поточних параметрів роботи. Він розміщений у загальному корпусі разом із логічною частиною пристрою.

На дисплеї постійно відображаються поточні показники, що дозволяє швидко отримати інформацію про поточний стан системи та її робочі параметри. Для отримання детальнішої інформації буде використовуватися програма для персонального комп'ютера, яка відображатиме її на моніторі. Програма підключатиметься до пристрою для отримання даних через інтерфейс USB.

Інформація, яка буде відображатися на LCD дисплеї:

- 1.Поточне значення вологості ґрунту;
2. Поточна температура повітря;
- 3.Поточна вологість повітря;
- 4.Поточний стан реле поливу;
- 5.Поточний стан реле вентиляції;
- 6.Поточний стан реле освітлення;
- 7.Поточний стан реле підігріву;
- 8.Таймер поливу.

4.3 Висновок і пропозиції

Наприклад, взимку автоматична система може включати нагрівання повітря, що надходить, щоб запобігти його замерзанню. Влітку система може включати витяжні вентилятори, щоб охолодити повітря в теплиці.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		35

5. РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ЕЛЕМЕНТІВ ВНУТРІШНЬОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ТЕПЛИЦІ

5.1 Обираємо напругову систему та схему живлення

Для живлення електроприймачів електроосвітлювальної мережі обираємо систему напруг 380/220 В, з глухо заземленою нейтраллю, частотою 50 Гц. Обираємо магістральну систему живлення освітлювальних установок.

5.2 Розмітка на плані приміщення місць установки світильників, розеток, вимикачів

На плані приміщення вказуємо місця для встановлення світильників та вимикачів відповідно до проведеного вище світлотехнічного розрахунку.

5.3 Вибір місць установки групових освітлювальних щитів

Дотримання правил монтажу групових освітлювальних щитів забезпечує:

- **Ефективність:** Розташування щита в центрі навантаження мінімізує втрати електроенергії та полегшує монтаж кабелів.
- **Безпеку:** Доступність щита гарантує швидке реагування на несправності та аварії, запобігаючи травмам та пожежам.
- **Надійність:** Сприятливе середовище монтажу подовжує термін служби щита та знижує ризик поломок.

5.4 Вибір трас прокладання освітлювальної мережі

Розподіляємо всі навантаження рівномірно на три фази. Враховуючи рекомендації Правил улаштування електроустановок (ПУЕ), вибираємо 3 групи навантажень.

5.5 Вибір марок проводів і спосіб їх прокладання

Враховуючи особливості приміщень та технології виробництва, для освітлення в цій будівлі обраний кабель ВВГнг з мідними жилами. Цей тип кабелю має високу стійкість до горіння, що гарантує безпеку експлуатації електроустановки. Крім того, мідні жили забезпечують надійну провідність струму та мінімізують втрати електроенергії.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		36

Таблиця 5.1 – Розділення освітлювального навантаження на групи

Номер групи	Система групи	Номер приміщення на плані	Потужність, Вт
1	A+N	1 приміщення 1 ряд	950
2	B+N	1 приміщення 2 ряд, освітлення входів	1010
3	C+N	2, 3,	1050

Загальна потужність освітлювальної установки:

$$P_{A1-A2} = 950 + 1010 + 1050 = 3010 \text{ Вт.}$$

Розрахунковий струм на ділянці A1-A2

$$I_{A1-A2} = \frac{P_{розр}}{3 \cdot U_{\phi} \cdot \cos \varphi} \quad (5.1)$$

Розрахункові струми груп визначаємо за формулою:

$$I_{гр} = \frac{P_{лл}}{U_{\phi} \cdot \cos \varphi} + \frac{P_{лр}}{U_{\phi}}, \quad (5.2)$$

де: $P_{Л,Л}$ $P_{Л,Л}$ $P_{Л,Л}$ - відповідно потужність люмінесцентних ламп та ламп розжарювання групи, Вт;

U_{ϕ} – номінальна фазна напруга мережі, В;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності ламп.

$$I_{A1-A2} = \frac{3010}{3 \cdot 220 \cdot 0.95} = 4,8 \text{ А}$$

$$I_{гр1} = \frac{950}{220 \cdot 0.95} = 4,3 \text{ А}$$

$$I_{гр2} = \frac{950}{220 \cdot 0.95} + \frac{60}{220} = 4,81 \text{ А}$$

$$I_{гр3} = \frac{250}{220 \cdot 0.95} + \frac{800}{220} = 4,83 \text{ А}$$

5.6 Розрахунок мінімального поперечного перерізу проводу, враховуючи допустиму втрату напруги, і перевірка цього перерізу на нагрів і механічну міцність.

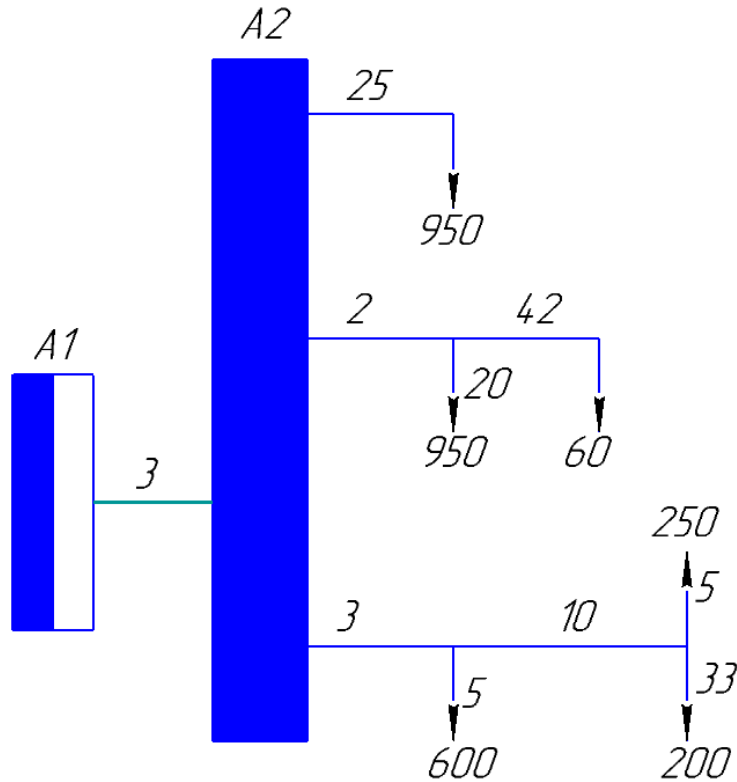


Рисунок 5.1. Розрахункова схема освітлювальної мережі

Визначаємо момент живильної лінії:

$$M_{A1-A2} = P_{встA1-A2} \cdot l_{A1-A2}, \quad (5.3)$$

де: $P_{вст A1-A2}$ – сумарна встановлена потужність, Вт;

l_{A1-A2} – довжина живильної мережі, м.

$$M_{A1-A2} = 3,01 \cdot 3 = 9 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Визначаємо момент для кожної групи:

$$m_1 = \sum P_i \cdot l_i, \quad (5.4)$$

де: P_i – навантаження, кВт;

l_i – довжина мережі по якій тече струм цього навантаження, м.

$$m_1 = 25 \cdot 0,95 = 23,8 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_2 = 22 \cdot 0,95 + 44 \cdot 0,06 = 23,5 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_3 = 8 \cdot 0,6 + 18 \cdot 0,25 + 46 \cdot 0,2 = 18,5 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

Визначаємо площу перерізу кабелю на живильній ділянці:

$$S_{A1-A2} = \frac{M_{A1-A2} + a_{2-4} \cdot (m_1 + m_2 + m_3)}{C_4 \cdot \Delta U_{\text{доп}}}, \quad (5.5)$$

де: M_{A1-A2} – момент навантаження на живильній ділянці, кВт·м;

m_1, m_2, m_3 – моменти навантаження відгалужень від розрахункової ділянки з іншим числом проводів, кВт·м;

a – коефіцієнт приведення моментів навантаження, = 1,85

C – коефіцієнт, який визначається залежно від матеріалу кабелю, кількістю проводів мережі та від системи напруги, $C_4 = 72$; $C_2 = 12$;

$U_{\text{доп}}$ – допустимі втрати напруги в мережі, = 2,5%.

$$S_{A1-A2} = \frac{9 + 1,85 \cdot (23,8 + 23,5 + 18,5)}{72 \cdot 2,5} = 0,72 \text{ мм}^2$$

Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) встановлюють мінімальний переріз проводу, щоб гарантувати його безпечну експлуатацію. Це значення залежить від матеріалу проводу (мідь або алюміній) та способу його прокладання. Використання проводів меншого перерізу, ніж зазначено в ПУЕ, може призвести до перегріву, пожежі та інших небезпечних ситуацій.

Для вводів мінімальний переріз проводу повинен бути 4 мм².

Задаємося стандартною площею перерізу проводу $S_{A1-A2\text{ст}} = 1,5 \text{ мм}^2$

Визначаємо втрату напруги на живильній ділянці A_1-A_2 .

$$\Delta U_{A1-A2} = \frac{M_{A1-A2}}{C_4 \cdot S_{A1-A2\text{ст}}}; \quad (5.6)$$

$$\Delta U_{A1-A2} = \frac{9}{72 \cdot 1,5} = 0,083\%.$$

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						39
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Визначаємо площу перерізу проводу на кожній групі:

$$S_i = \frac{m_i}{C_2 \cdot (\Delta U_{\text{дон}} - \Delta U_{A1-A2})}; \quad (5.7)$$

$$S_1 = \frac{23,8}{12 \cdot (2,5 - 0,083)} = 0,82 \text{ мм}^2$$

Обираємо кабель перерізом 1,5 мм²

$$S_2 = \frac{23,5}{12 \cdot (2,5 - 0,083)} = 0,81 \text{ мм}^2$$

Обираємо кабель перерізом 1,5 мм².

$$S_3 = \frac{18,5}{12 \cdot (2,5 - 0,083)} = 0,64 \text{ мм}^2$$

Обираємо кабель перерізом 1,5 мм².

Визначаємо втрату напруги на кожній групі:

$$\Delta U_i = \frac{m_i}{C_2 \cdot S_{\text{icn}}}; \quad (5.8)$$

$$\Delta U_i = \frac{23,8}{12 \cdot 1,5} = 1,32\%$$

$$\Delta U_i = \frac{23,5}{12 \cdot 1,5} = 1,3\%$$

$$\Delta U_i = \frac{18,5}{12 \cdot 1,5} = 1\%$$

Перевірка перерізу проводу проводиться на кожній ділянці за двома параметрами: нагрівання при тривало допустимому струмі та механічна стійкість.

Перевірка за умовами нагріву виконується за наступною умовою:

$$I_{\text{розр}} \leq I_{\text{тр,дон}} \quad (5.9)$$

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						40
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Тривало допустимий струм для кабелів тривало допустимий струм має наступні значення для площ перерізу:

$$S = 1.5 \text{ мм}^2 - I_{\text{тр.доп.}} = 16 \text{ А};$$

$$4,8 \text{ А} < 16 \text{ А}.$$

Розрахункові струми для освітлювальних груп не перевищують допустимих значень для обраних перерізів кабелів. Це підтверджує, що кабелі з таким перерізом відповідають вимогам нагріву та механічної міцності і можуть бути використані для підключення освітлювальних приладів.

5.7 Вибір типу щитів

Вибір типу освітлювального щитка залежить від кількості груп освітлення, розрахункових струмів груп, а також захисту від впливу навколишнього середовища. В даному випадку обрано щиток на 9 модулів навісного типу ЩО-9Н.

5.8 Вибір захисної апаратури

Вибір автоматичного вимикача для 1 групи проводимо за наступними умовами:

- 1) за типом– Schneider Easy9, 6 А, 1Р;
- 2) за кількістю полюсів – однополюсний;
- 3) за номінальною напругою:

$$U_{\text{нав}} \geq U_{\text{м}}, \quad (5.10)$$

де $U_{\text{нав}}$ – номінальна напруга автоматичного вимикача, В;

$U_{\text{м}}$ – напруга мережі, В.

$$230 \text{ В} > 220 \text{ В}$$

Умова виконується.

- 4) за номінальним струмом:

$$I_{\text{нав}} \geq I_{\text{н.д}}, \quad (5.11)$$

де $I_{\text{нав}}$ – номінальний струм АВ, А; $I_{\text{нав}}$ – А

$I_{\text{нд}}$ – номінальний струм ЕД, А; 4,5 .

$$6 \text{ А} > 4,5 \text{ А}$$

Умова виконується.

- 5) за номінальним струмом розчіплювача:

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						41
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$I_{н.розч} \geq I_{розр}; \quad (5.12)$$

$$6A > 4,5A$$

Умова виконується

б) за струмомвідсічки розчіплювача:

$$I_{відс.розч} \geq 1,4I_p, \quad (5.13)$$

де - $I_{відс.розч}$. . . струм відсічки розчіплювача, А; згідно паспортних даних $I_{відс.розч} = 10I_{нав}$;

$$60A > 1,4 \cdot 4,5 = 6,3A$$

Умова виконується.

7) за кліматичним виконанням – У (для роботи у місцевості з помірним кліматом).

8) за категорією розміщення – 3 (для роботи у приміщенні).

9) за ступенем захисту – IP20. Аналогічно обираємо автоматичні вимикачі для інших груп.

Для забезпечення селективності спрацювання захисних апаратів ввіній автоматичний вимикач обираємо мінімум на дві ступені вище номінального значення групових вимикачів.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		42

5.9. Для захисту від ураження електричним струмом в освітлювальних та опромінювальних установках слід дотримуватися наступних заходів з техніки безпеки відповідно до "Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів" та "Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів":

Перефразування вимог до електрообладнання:

1. Щит розподілу:

- Вхідний рубильник або автоматичний вимикач: Щит повинен мати вхідний рубильник або автоматичний вимикач для відключення всієї електромережі в разі потреби.

- Захисні прилади: Щит повинен містити автоматичні вимикачі або плавкі вставки запобіжників для захисту окремих груп освітлення від перевантажень та коротких замикань.

- Маркування: На щитку повинні бути чітко позначені номери освітлювальних груп та номінальний струм захисних приладів (автоматичних вимикачів або запобіжників) для кожної групи.

2. Висота підвісу світильників:

- Світильники з лампами розжарювання: Мінімальна висота підвісу становить 2,5-3 метри.

- Світильники з люмінесцентними лампами: Мінімальна висота підвісу становить 2,5 метри, за умови, що дотик до контактних частин світильника випадковими особами неможливий.

3. Підключення світильників та опромінювачів:

- Нульовий провід: Гвинтову різьбу патронів світильників слід підключати до нульового проводу.

- Заземлення: Корпуси світильників та опромінювачів необхідно заземлювати гнучкими перемичками, які з'єднують заземлений контакт корпусу з нульовим проводом.

4. Підключення проводів та кабелів:

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		43

З'єднання з апаратами управління та арматурою світильників: Допускається підключення проводів або кабелів до апаратів управління та арматури світильників за допомогою наконечників або спеціальних затискачів.

З'єднання алюмінієвих проводів: Підключення проводів або кабелів з алюмінієвими жилами допускається лише за наявності контактної арматури, спеціально призначеної для алюмінієвих проводів.

З'єднання без наконечників: Одножильні проводи перерізом до 10 мм² та багатожильні з перерізом до 2,5 мм² можна підключати без наконечників, але кінці багатожильних проводів необхідно обпаювати.

З'єднання в з'єднувальних коробах: З'єднання проводів та кабелів з перерізом 1,5 мм² і більше повинні виконуватися в з'єднувальних коробах.

5.10 Висновок та пропозиції

Цей розділ охоплює всі аспекти проектування та монтажу освітлювальної системи в приміщенні, від вибору напруги та схеми живлення до розміщення світильників, розеток, вимикачів, щитів, прокладання проводів та вибору захисної апаратури.

Важливим аспектом є ретельне планування та дотримання норм електробезпеки на всіх етапах робіт. Це включає:

Розрахунки:

- Вибір оптимальної напруги та схеми живлення.
- Визначення місць установки світильників, розеток, вимикачів та щитів.

Розрахунок поперечного перерізу проводів

- з урахуванням допустимих втрат напруги, нагріву та механічної міцності.

Монтаж:

- Прокладка проводів відповідно до обраних трас.
- Правильне підключення світильників, розеток, вимикачів та щитів.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		44

- Встановлення захисної апаратури.

Безпека:

- Дотримання норм та правил електробезпеки на всіх етапах робіт.
- Складання специфікації на матеріали та обладнання з урахуванням вимог електробезпеки.
- Регулярне обслуговування та перевірка електрообладнання.

5.11. Складання специфікації на матеріали та обладнання

Специфікація на матеріали та обладнання для освітлювальної установки наведена в таблиці 5.2

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		45

Таблиця 5.2 Складання специфікації на матеріали та обладнання

Поз. Позн.	Найменування	К-ть, шт.	Примітка
A2	Щит освітлювальний	1	ЩО-9Н ДСТУ Б В. 2.5-60:2011
A1	Ввідний щит	1	ПР11-3054 ДСТУ EN 61439-3:2017
	Світильники:		
	НСП01	5	ДСТУ ІЕС 60598-1:2002
	СПП200	1	ДСТУ ІЕС 60598-1:2002
	ЛСП18 (1x40)	43	ДСТУ ІЕС 60598-1:2002
	Лампи розжарювання:		
	Г 220-230-100	2	ДСТУ ІЕС 60064:2008
	Г 220-230-200	3	ДСТУ ІЕС 60064:2008
	Б 220-230-60	1	ДСТУ ІЕС 60064:2008
	Лампи люмінесцентні:		
	ЛБ 40-4	43	ДСТУ EN 61199:2014
QF1	Автоматичний вимикач	1	Schneider Easy9 32 А, 3Р, С. ДСТУ EN 60898-1:2019
QF2	Автоматичний вимикач	1	Schneider Easy9 16 А, 3Р, С. ДСТУ EN 60898-1:2019
QF3, QF4, QF5	Автоматичний вимикач	3	Schneider Easy9 6 А, 1Р, С. ДСТУ EN 60898-1:2019
	Кабелі:		
	ВВГнг (5x1,5)	3	ДСТУ EN 60502-1
	ВВГнг (3x1,5)	136	ДСТУ EN 60502-1

6.ПРОЕКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

6.1. Вибір системи та виду освітлення

Згідно з ДБН В.2.5-28:2018 «Природне та штучне освітлення» та для тепличного господарства у всіх приміщеннях обрано тип освітлення – робоче. Система освітлення в усіх приміщеннях – загальна рівномірна

6.2. Вибір джерела світла та типу світильника.

Згідно з рекомендаціями в приміщеннях до установки обираємо лампи розжарювання та люмінесцентні лампи низького тиску типу ЛБ. Зовнішнє освітлення виконується лампами розжарювання. Як світильники обираємо до установки світильники типу ПВЛМ, ЛСП18 та НСП01 різної потужності. Для вуличного освітлення використовуємо світильники СПП200.

6.3. Вибір нормованої освітленості.

Нормовані значення освітленості для приміщень наведено у таблиці 6.1 .

Таблиця 6.1 - Характеристики приміщень

№ п/п	Назва приміщення	<u>Довжина</u> А, м	<u>Ширина</u> В, м	<u>Висота</u> Н, м	<u>Нормована</u> <u>Освітленість,</u> лк
1	Приміщення для вирощування рослин	40	10	3	150
2	Технологічне приміщення	9	2,5	3	150
3	Складське приміщення	6	3,5	3	30
4	Енергетичне приміщення	10	2,5	3	75

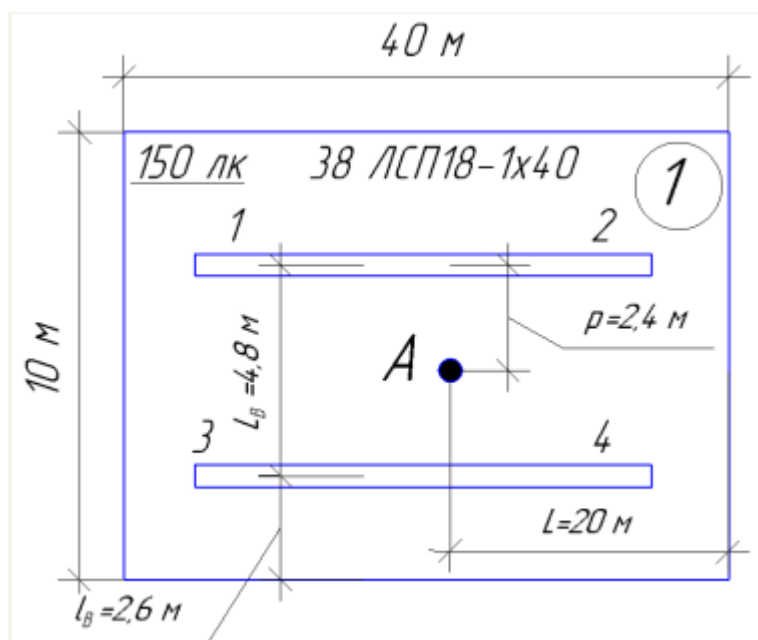
6.4. Розрахунок розміщення світильників.

При проектуванні електроосвітлення необхідно дотримуватися таких вимог: забезпечити оптимальні умови праці, мінімізувати довжину проводок і забезпечити зручність монтажу та безпеку під час експлуатації. В усіх приміщеннях світильники розміщуються рівномірно. План розміщення світильників у приміщенні подано у графічній частині курсового проєкту(лист КП 06.3.002 Е7).

6.5. Розрахунок освітлення приміщення методом коефіцієнту використання світлового потоку, точковим, питомої потужності.

6.5.1. Розрахунок робочого освітлення в приміщенні для вирощування рослин

1.Розміри приміщення вказані на рисунку 1.8. Приміщення має висоту $H = 3$ м, ширину $B = 10$ м і довжину $A = 40$ м. Згідно з умовами навколишнього середовища та ступенем безпеки щодо ураження людей електричним струмом, це приміщення



відноситься до категорії сирого та особливо небезпечного.

Рисунок 6.1 – План розміщення світильників в приміщенні для вирощування рослин

2.Згідно рекомендацій для цього приміщення передбачено:

вид освітлення – робоче;

система освітлення – загально-рівномірна.

3.Згідно рекомендацій , як джерело світла обрано газорозрядну люмінесцентну лампу низького тиску. Розрахунок робочого освітлення в приміщенні виконаний методом лінійних ізолюкс за точковим методом.

4.За таблицями обрано світильник типу ЛСП18 з кривою світла – Д1.

5.За таблицями визначено:нормовану освітленість $E_n = 150$ лк;

площину, для якої нормується освітленість, $\Gamma = 00$, тобто висота робочої поверхні $h_{p.п.} = 0$ м.

6.За таблицями [1.7] визначено коефіцієнт запасу $k_z = 1,3$.

7.Коефіцієнт нерівномірності $Z = 1,1$.

8.Визначені та розраховані значення висот:

висота підвісу $h_{п.} = 3$ м;

висота звісу $h_{зв.} = 0$ м;

висота робочої поверхні $h_{p.п.} = 0$ м.

Розрахункова висота:

$$H_{розр} = H - H_{зв} - H_{п.п.} \quad (6.1)$$

де H – висота приміщення, м, $H = 3$ м;

$h_{зв}$ – висота звісу світильника, $h_{зв} = 0$ м;

$h_{p.п.}$ – висота робочої поверхні, м, $h_{p.п.} = 0$ м.

Розрахункова висота:

$$H_{розр} = 3 - 0 - 0 = 3 \text{ м}$$

9.Враховуючи рекомендації , ряди світильників розміщено паралельно більшій стороні приміщення. Для обраного типу світильника за визначено найбільш вигідні світлотехнічну та економічну відстані між рядами світильників.

$$\lambda_c = 1.4 \dots 1.6; \lambda_e = 1.6 \dots 2.1. \quad (6.2)$$

10. Відстань між рядами світильників:

$$L_e = (\lambda_c - \lambda_e) \cdot H_{розр};$$

$$L_e = (1,4 \dots 2,1) \cdot 3 = 4,2 \dots 6,3 \text{ м.} \quad (6.3)$$

Обираємо- $L_e = 4,8$ м.

11. Визначаємо відстань ряду світильників від стіни:

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		49

$$L_{\text{сг}} = (0.3 \dots 0.5) \cdot L_B$$

$$L_{\text{сг}} = (0,3 \dots 0,5) \cdot 4,8 = 1,44 \dots 2,4 \text{ м}, \quad (6.4)$$

Обираємо- $L_{\text{сг}} = 2,4 \text{ м}$

12. Кількість рядів світильників:

$$N_B = \frac{B - 2l_B}{L_B} + 1; \quad (6.5)$$

$$N_B = \frac{10 - 2 \cdot 2,4}{4,8} + 1 = 2,08$$

Обираємо до монтажу $N_B = 2 \text{ ряди}$.

13. Визначаємо довжину напівряду L:

$$L = \frac{A}{2}; \quad (6.6)$$

$$L = \frac{40}{2} = 20 \text{ м}$$

14. Встановлюємо відстань "р" від центральної точки приміщення до ряду світильників. Розрахункову точку обираємо на середині приміщення між рядами.

$$P = \frac{L_B}{2}; \quad (6.7)$$

$$P^1 = \frac{4,5}{2} = 2,25$$

15. Визначаємо співвідношення p^* :

$$P^1 = \frac{P}{H_{\text{розр}}} \quad (6.8)$$

$$P^1 = \frac{2,4}{3} = 0,8$$

16. Визначаємо співвідношення L^* :

$$L = \frac{L}{H_{\text{розр}}}; \quad (6.9)$$

$$L^1 = L^2 = \dots = L^4 = \frac{20}{3} = 6,7.$$

17. Встановлюємо значення умовної освітленості "е" згідно з графіками лінійних ізолюкс і зводимо отримані результати до таблиці 6.2.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						50
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Таблиця 6.2–Розрахунок умовної освітленості

Напівряди	L,м	L*	P, м	P*	E,лк	ΣE,лк
1, 2, 3, 4	20	6,7	2,4	0,8	95x4	380

18. При освітленні точки А декількома рядами або їх частинами відносна освітленість визначають від кожного ряду окремо, а потім знаходять їх суму.

$$\sum e = 380 \text{лк.}$$

19. Світловий потік, який створюється світловою лінією довжиною 1 м, є необхідним.

$$F' = \frac{1000 \cdot E_n \cdot k_3 \cdot H_{\text{розр}}}{\sum e_A \cdot \mu} \quad (6.10)$$

деμ– коефіцієнт додаткової освітленості, який враховує дію віддалених світильників і відбитий світловий потік, для виробничих приміщень, μ= 1,1

k₃– коефіцієнт запасу, для люмінесцентних ламп = 1.3

SeA-сумарна відносна освітленість в контрольній точці, =380 лк.

$$F' = \frac{1000 \cdot 150 \cdot 1,3 \cdot 3}{380 \cdot 1,1} = 1400 \frac{\text{лм}}{\text{м}}$$

20. За таблицями вибираємо світильники з однією лампою ЛБ 40-4, які мають світловий потік Фл = 3000 лм, номінальною потужністю Рлн = 40 Вт і довжиною світильника lсв = 1,214 м.

21. Необхідний світловий потік ряду:

$$F_{\text{ряда}} = F' \cdot A \quad (6.11)$$

$$F_{\text{ряда}} = 1400 \cdot 40 = 56000 \text{лм.}$$

22. Визначаємо світловий потік світильника:

$$F_{\text{св}} = \Phi_l \cdot n \quad (6.12)$$

$$F_{\text{св}} = 3000 \cdot 1 = 3000 \text{лм}$$

23. Кількість світильників в ряду:

$$N_{\text{ряда}} = \frac{F_{\text{ряда}}}{F_{\text{св}}} \quad (6.13)$$



Обираємо 19 світильників.

24. Розриви між світильниками в ряду:

$$\Delta l = \frac{A - l_{\text{св}} \cdot N_{\text{ряда}}}{N_{\text{ряда}}} \quad (6.14)$$

$$\Delta l = \frac{40 - 1,214 \cdot 19}{19} = 0,89 \text{ м.}$$

25. Умова неперервності ряду:

$$\Delta l_{\text{фак}} < 0,5 H_p; \quad (6.15)$$

$$0,89 \text{ м} < 1,5 \text{ м.}$$

Умова виконується, ряд неперервний.

26. Встановлена потужність:

$$P_{\text{вст}} = 1,25 \cdot P_{\text{л}} \cdot n \cdot N_A \cdot N_B; \quad (6.16)$$

$$P_{\text{вст}} = 1,25 \cdot 40 \cdot 1 \cdot 19 \cdot 2 = 1900 \text{ Вт.}$$

27. Питома потужність:

$$P_{\text{вст}} = \frac{P_{\text{вст}}}{S}; \quad (6.17)$$

$$P_{\text{вст}} = \frac{1900}{400} = 4,8 \text{ Вт / м}^2;$$

Результати розрахунку відображаємо у світлотехнічній відомості.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						52
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

6.5.2. Розрахунок робочого освітлення в технологічному приміщенні

1. Розміри приміщення вказані на рисунку 6.2. Приміщення має висоту $H = 3$ м, ширину $B = 2,5$ м і довжину $A = 9$ м. Згідно з умовами навколишнього середовища та ступенем безпеки щодо ураження людей електричним струмом, це приміщення відноситься до категорії сухого та з підвищеною небезпекою.

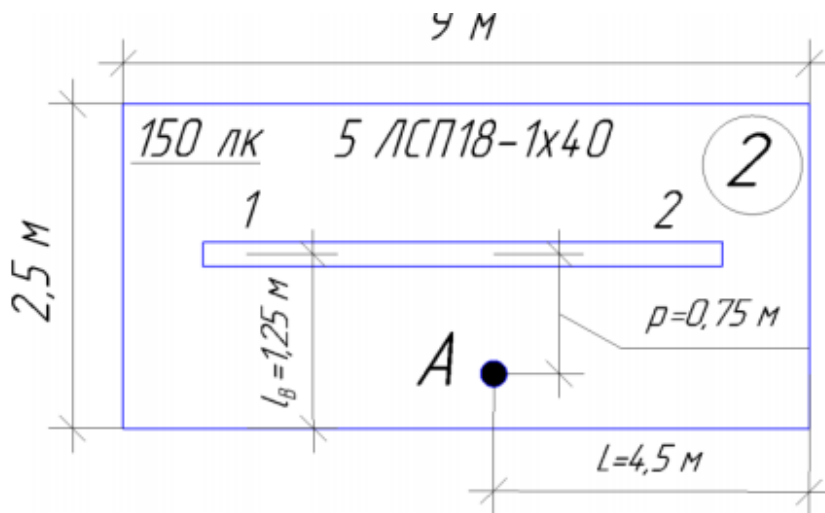


Рисунок 6.2 показує план розміщення світильників у технологічному приміщенні.

2. Згідно з рекомендаціями, для цього приміщення передбачено:

- вид освітлення – робоче;
- система освітлення – загально-рівномірна.

3. Згідно з рекомендаціями, як джерело світла обрано газорозрядну люмінесцентну лампу низького тиску. Розрахунок робочого освітлення в приміщенні виконаний методом точкового визначення лінійних ізолюкс.

4. За таблицями обрано світильник типу ЛСП18 з кривою світла – Д1.

5. За даними таблиці визначено: нормовану освітленість $E_n = 150$ лк;

площину, для якої нормується освітленість $\Gamma - 00$, що відповідає висоті робочої поверхні $h_{р.п.} = 0$ м.

6. За даними таблиці визначено коефіцієнт запасу $kz1,3$.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		53

7. Коефіцієнт нерівномірності $Z = 1,1$.

8. Визначені та розраховані значення висот:

висота підвісу $h_{п.} = 3$ м;

висота звісу $h_{зв.} = 0$ м;

висота робочої поверхні $h_{р.п.} = 0$ м.

Розрахункова висота:

$$H_{розр} = 3 - 0 - 0 = 3 \text{ м}$$

9.3 урахуванням рекомендацій розміщуємо ряди світильників паралельно більшій стороні приміщення. Для обраного типу світильника згідно з [2], визначаємо найвигідніші відстані між рядами світильників з точки зору світлотехнічних та економічних аспектів.

$$\lambda_c = 1.4 \dots 1.6; \lambda_e = 1.6 \dots 2.1.$$

10. Рекомендована відстань між рядами світильників:

$$L_e = (1,4 \dots 2,1) \cdot 3 = 4,2 \dots 6,3 \text{ м.}$$

Обираємо- $L_e = 4,2$ м.

11. Визначаємо відстань ряду світильників від стіни:

$$L_e = (0,3 \dots 0,5) \cdot 4,2 = 1,2 \dots 2,1 \text{ м.}$$

Обираємо- $l_B = 1,25$ м

12. Кількість рядів світильників:

$$N_B = \frac{2,5 - 2 \cdot 1,25}{4,2} + 1 = 1 \text{ шт.}$$

Обираємо до монтажу $N_B = 1$ ряд.

13. Визначаємо довжину напівряду L :

$$L = \frac{9}{2} = 4,5 \text{ м}$$

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		54

14. Встановлюємо відстань "р" від центральної точки приміщення до ряду світильників. Розрахункову точку обираємо на середині приміщення між рядами.

$$p^1 = 0,75 м.$$

15. Визначимо співвідношення p^* :

$$p^* = \frac{0,75}{3} = 0,25.$$

16. Визначимо співвідношення L^* :

$$L^1 = L^2 = \frac{4,5}{3} = 1,5.$$

17. Встановлюємо значення умовної освітленості "е" згідно з графіками лінійних ізолюкс і зводимо отримані результати до таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 – Розрахунок умовної освітленості

Напівряди	L, м	L*	P, м	P*	E, лк	ΣE, лк
1, 2	4,5	1,5	0,75	0,25	130x2	300

18. При освітленні точки А декількома рядами або їх частинами відносна освітленість визначають від кожного ряду окремо, а потім знаходять їх суму.

$$\Sigma e = 300 \text{ лк.}$$

19. Світловий потік, який створюється світловою лінією довжиною 1 м, є необхідним.

$$F' = \frac{1000 \cdot 150 \cdot 1,3 \cdot 3}{300 \cdot 1,1} = 1772 \frac{\text{лм}}{\text{м}}.$$

20. За таблицями вибираємо світильники з однією лампою ЛБ 40-4, які мають світловий потік $\Phi_{\text{л}} = 3000$ лм, номінальною потужністю $P_{\text{лн}} = 40$ Вт і довжиною світильника $l_{\text{св}} = 1,214$ м.

21. Необхідний світловий потік ряду:

$$F_{\text{ряда}} = 1772 \cdot 9 = 15948 \text{ лм.}$$

22. Визначаємо світловий потік світильника:

$$F_{\text{св}} = 3000 \cdot 1 = 3000 \text{ лм.}$$

23. Кількість світильників в ряду:

$$N_{\text{ряда}} = \frac{15948}{3000} = 5,3 \text{ св.}$$

Обираємо 5 світильників.

24. Розриви між світильниками в ряду

$$\Delta l = \frac{9 - 1,214 \cdot 5}{5} = 0,57 \text{ м.}$$

25. Умова неперервності ряду:

$$0,57 \text{ м} < 1,5 \text{ м.}$$

26. Встановлена потужність:

$$P_{\text{вс}} = 1,25 \cdot 40 \cdot 15 \cdot 1 = 250 \text{ Вт.}$$

27. Питома потужність:

$$P_{\text{пит}} = \frac{250}{22,5} = 11,1 \text{ Вт/м}^2$$

Результати розрахунку заносимо до світлотехнічної відомості

6.5.3. Розрахунок робочого освітлення у складському приміщенні

План розміщення світильників вказано на рисунку 6.3.

1. Розміри приміщення: висота $H = 3$ м, ширина $B = 3,5$ м, довжина $A = 6$ м. Згідно з умовами навколишнього середовища та ступенем безпеки щодо ураження людей електричним струмом, це приміщення відноситься до категорії сухого та з підвищеною небезпекою.

2. Згідно рекомендацій, для цього приміщення передбачено:

вид освітлення – робоче;

система освітлення – загально-рівномірна.

3. Згідно рекомендацій, як джерело світла обрано лампу розжарювання. Розрахунок робочого освітлення в приміщенні виконаний методом питомої потужності.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		56

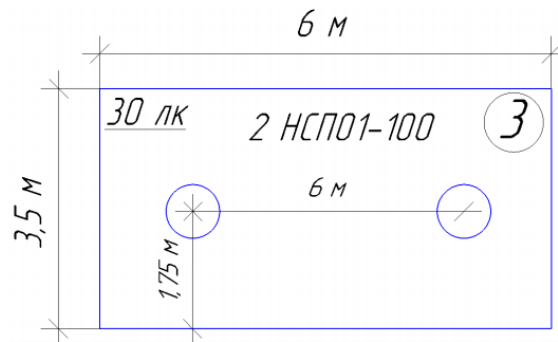


Рисунок 6.3 – План розміщення світильників у складському приміщенні

4. За таблицями вибрано світильник типу НСП01 з кривою світла – Д1.

5. За таблицями визначено: нормовану освітленість $E_n = 30$ лк; площину для якої нормується освітленість $\Gamma - 00$, що відповідає висоті робочої поверхні $h_{р.п.} = 0$ м.

6. За таблицями визначено коефіцієнт запасу $k_z = 1,3$.

7. Коефіцієнт нерівномірності $Z = 1,1$.

8. Визначені та розраховані значення висот:

висота підвісу $h_{п.} = 3$ м;

висота звісу $h_{зв.} = 0$ м;

висота робочої поверхні $h_{р.п.} = 0$ м.

Розрахункова висота:

$$H_{розр} = 3 - 0 - 0 = 3 \text{ м}$$

9. З урахуванням рекомендацій розміщуємо ряди світильників паралельно більшій стороні приміщення. Для обраного типу світильника згідно з визначено найвигідніші відстані між рядами світильників з точки зору світлотехнічних та економічних аспектів.

$$\lambda_c = 1.4 \dots 1.6; \lambda_e = 1.6 \dots 2.1.$$

10. Рекомендована відстань між рядами світильників:

$$L_e = (1,4 \dots 2,1) \cdot 3 = 4,2 \dots 6,3 \text{ м.}$$

Обираємо- $L_e = 4,2$ м.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		57

11. Визначаємо відстань ряду світильників від стіни:

$$L_{\text{г}} = (0,3 \dots 0,5) \cdot 4,2 = 1,2 \dots 2,1 \text{ м.}$$

Обираємо- $l_{\text{в}} = 1,75 \text{ м}$

12. Кількість рядів світильників:

$$N_A = \frac{A - 2l_{\text{г}}}{L_{\text{г}}} + 1; \quad (6.18)$$

$$N_A = \frac{6 - 2 \cdot 1,75}{4,2} + 1 = 1,59 \text{ шт.}$$

Обираємо до монтажу $N_B = 2 \text{ ряд.}$

13. Кількість рядів світильників:

$$N_B = \frac{3,5 - 2 \cdot 1,75}{4,2} + 1 = 1 \text{ шт.}$$

Обираємо до монтажу $N_B = 1 \text{ ряд}$

14. Загальна кількість світильників:

$$N = N_A \cdot N_B; \quad (6.19)$$

$$N = 2 \cdot 1 = 2 \text{ шт.}$$

15. Для вибраного світильника знаходимо питому потужність $P_{\text{пит}}$.
За таблицями

$$P_{\text{пит}} = 9,1 \text{ Вт/м}^2.$$

16. Визначаємо розрахункову електричну потужність всієї освітлювальної установки:

$$P_{\text{вст}} = P_{\text{пит}} \cdot S; \quad (6.20)$$

$$P_{\text{вст}} = 9,1 \cdot 21 = 191 \text{ Вт.}$$

17. Визначаємо потужність однієї лампи:

$$P_{\text{лр}} = \frac{P_{\text{вст}}}{N}; \quad (6.21)$$

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						58
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

$$P_{лр} = \frac{191}{2} = 95,5 \text{ Вт.}$$

18. Вибираємо тип лампи близькою за потужністю за таблицями

$$Г220-230-100, P_{лс} = 100 \text{ Вт.}$$

19. Визначаємо відхилення потужності вибраних стандартних ламп розрахунковою потужністю:

$$\Delta P = \frac{(P_{ст} - P_{лр})}{P_{ст}} \cdot 100; \quad (6.22)$$

$$\Delta P = \frac{(100 - 95,5)}{95,5} \cdot 100 = +4,5\%$$

Відхилення потужності стандартних ламп повинно бути в межах від -20% до +20%. Відхилення становить -20%, тому умова виконується.

21. Встановлена потужність ламп в приміщенні:

$$P_{вст} = 2 \cdot 100 = 200 \text{ Вт.}$$

Питома потужність

$$P_{пит} = \frac{200}{21} = 9,5 \text{ Вт/м}^2.$$

Результати розрахунку зводимо до світлотехнічної відомості.

6.5.4. Розрахунок робочого освітлення у енергетичному приміщенні

План розміщення приміщення подано на рисунку 6.4

1. Розміри приміщення: висота $H = 3$ м, ширина $B = 2,5$ м, довжина $A = 10$ м. Згідно з умовами навколишнього середовища та ступенем безпеки щодо ураження людей електричним струмом, це приміщення відноситься до категорії сухого та з підвищеною небезпекою.

2. Згідно з рекомендаціями, для цього приміщення передбачено:

вид освітлення – робоче;

система освітлення – загально-рівномірна.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						59
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

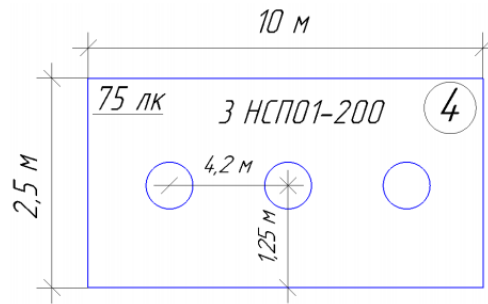


Рисунок 6.4 – План розміщення світильників у енергетичному приміщенні

3. Згідно рекомендацій, в якості джерела світла обрано лампу розжарювання. Розрахунок робочого освітлення в приміщенні виконаний методом використання світлового потоку.

4. За даними таблиці обрано світильник типу НСП01 з кривою світла – Д1.

5. За даними таблиці визначено: нормовану освітленість $E_n = 75$ лк; площину, для якої нормується освітленість $\Gamma - 00$, що відповідає висоті робочої поверхні $h_{р.п.} = 0$ м.

6. За даними таблиці визначено коефіцієнт запасу $k_z = 1,3$.

7. Коефіцієнт нерівномірності $Z = 1,1$.

8. Визначені та розраховані значення висот:

висота підвісу $h_{п.} = 3$ м;

висота звісу $h_{зв.} = 0$ м;

висота робочої поверхні $h_{р.п.} = 0$ м. Розрахункова висота:

$$H_{розр} = 3 - 0 - 0 = 3 \text{ м}$$

9.3 урахуванням рекомендацій, розміщуємо ряди світильників паралельно більшій стороні приміщення. Для обраного типу світильника згідно з, визначаємо найвигідніші відстані між рядами світильників з точки зору світлотехнічних та економічних аспектів.

$$\lambda_c = 1.4 \dots 1.6; \lambda_e = 1.6 \dots 2.1.$$

10. Рекомендована відстань між рядами світильників:

$$L_e = (1,4 \dots 2,1) \cdot 3 = 4,2 \dots 6,3 \text{ м.}$$

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						60
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		

Обираємо $L_{\text{в}} = 4,2 \text{ м}$.

11. Визначаємо відстань ряду світильників від стіни:

$$L_{\text{в}} = (0,3 \dots 0,5) \cdot 4,2 = 1,2 \dots 2,1 \text{ м}$$

Обираємо $l_{\text{В}} = 1,75 \text{ м}$

12. Кількість світильників у ряду:

$$N_{\text{А}} = \frac{10 - 2 \cdot 1,25}{4,2} + 1 = 2,78 \text{ шт.}$$

Обираємо 3 світильника.

13. Кількість рядів світильників:

$$N_{\text{В}} = \frac{2,5 - 2 \cdot 1,25}{4,2} + 1 = 1 \text{ шт.}$$

Обираємо до монтажу $N_{\text{В}} \square 1$ ряд.

14. Загальна кількість світильників:

$$N = 2 \cdot 1 = 2 \text{ шт.}$$

Індекс приміщення:

$$i = \frac{A \cdot B}{H_{\text{розв}} \cdot (A + B)}; \quad (6.23)$$

$$i = \frac{10 \cdot 2,5}{3 \cdot (10 + 2,5)} = 0,7.$$

15. За допомогою довідкової літератури встановлюємо коефіцієнти відбиття для різних поверхонь у приміщенні: для стелі – $\rho_{\text{с}} = 50\%$, для стін – $\rho_{\text{ст}} = 30\%$, для підлоги – $\rho_{\text{п}} = 10\%$.

16. Розрахунковий світовий потік лампи: =

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot \kappa_{\text{з}} \cdot Z \cdot S}{N \cdot \eta}, \quad (6.24)$$

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		61

де E_n – нормована освітленість, лк;

k_z – коефіцієнт запасу, який враховує старіння джерел світла, для л.р.
 $k_z = 1,3$;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $Z = 1,1$;

S – площа приміщення, м²;

η – коефіцієнт використання світлового потоку освітлювальної установки у відносних одиницях, $\eta = 0,34$.

$$\Phi_L = \frac{75 \cdot 1,3 \cdot 1,1 \cdot 25}{0,34 \cdot 3} = 2628 \text{ лм.}$$

Для заданої напруги вибираємо лампу типу Г-220-230-200 з розрахунковим потужністю 200 Вт та світловим потоком 2715 лм.

17. Визначаємо відхилення потоку стандартної лампи від розрахункового:

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{л.ст} - \Phi_{л.розр}}{\Phi_{л.ст}} \cdot 100; \quad (6.25)$$

$$\Delta\Phi = \frac{2715 - 2628}{2715} \cdot 100 = +3,2\%.$$

Допустиме відхилення світлового потоку повинно бути у межах від +20 до – 10%. Фактичне відхилення знаходиться в допустимих межах.

18. Встановлена потужність ламп в приміщенні:

$$P_{вст} = 200 \cdot 3 = 600 \text{ Вт.}$$

19. Питома потужність:

$$P_{пит} = \frac{600}{25} = 24 \text{ Вт/м}^2.$$

Результат розрахунку зводимо до світлотехнічної відомості

6.6 Розрахунок освітлення на вході

План освітлення входу зображено на рисунку 6.5.

1. Вхід має такі розміри висота $H = 3$ м, довжина $B = 4$ м, ширина $A = 3$ м.

2. Згідно рекомендацій, для цього приміщення передбачено:

вид освітлення – робоче;

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		62

система освітлення – загально-рівномірна.

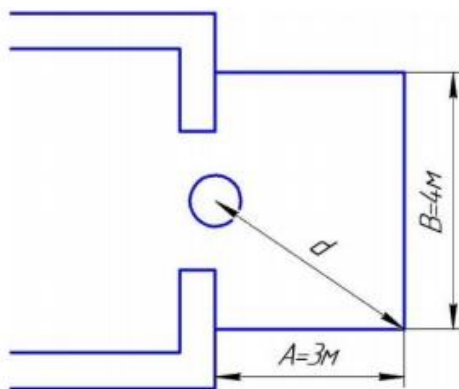


Рисунок 6.5 – План розміщення світильників

3.Згідно рекомендацій , як джерело світла обрано лампи розжарювання. Розрахунок робочого освітлення в приміщенні проведено методом коефіцієнта використання світлового потоку.

4.За даними таблиці вибрано світильник типу СПП200.

5.За даними таблиці визначено:нормовану освітленість $E_n = 2 \text{ лк}$;
площину, для якої нормується освітленість $\Gamma - 00$, що відповідає висоті робочої поверхні $h_{р.п.} = 0 \text{ м}$.

6.За даними таблиці визначено коефіцієнт запасу $k_z = 1,15$. 7.Визначені та розраховані значення висот:

висота підвісу $h_{п.} = 3\text{м}$;

висота звісу $h_{зв.} = 0,5\text{м}$;

висота робочої поверхні $h_{р.п.} = 0\text{м}$.

Розрахункова висота:

$$H_{розр} = 3 - 0,5 - 0 = 2,5\text{м.}$$


8. Визначаємо відстань від розрахункової точки до проекції світильника d :

$$d = \sqrt{a^2 + (b/2)^2} \quad (6.26)$$

$$d = \sqrt{3^2 + (4/2)^2} = 3.61\text{м.}$$

9. Визначаємося умовою вибору сумарної відносної освітленості:

$$\frac{h_{\text{нід}}}{d} = \frac{2.5}{3.61} = 0.69 < 1$$

10. За графіками просторових ізолюкс визначаємо 

11. Визначаємо необхідний світловий потік лампи:

$$\Phi_{\text{л.розр}} = \frac{1000 \cdot E_{\text{н}} \cdot k_{\text{з}} \cdot h_{\text{нід}}^2}{\Sigma e}, \quad (6.27)$$

Σe -сумарна відносна освітленість в розрахунковій точці, визначається за допомогою графіків відносної освітленості

$$\Phi_{\text{л.розр}} = \frac{1000 \cdot 2 \cdot 1,3 \cdot 2,5^2}{25} = 650 \text{ лм.}$$

12. За розрахунковим потоком для прийнятої напруги вибираємо лампу типу Б-220-230-60 Рл= 60 Вт, Фл=660 лм .

13. Визначаємо відхилення потоку стандартної лампи від розрахункового:

$$\Delta \Phi = \frac{660 - 650}{660} \cdot 100 = +1,51\%$$

Допустиме відхилення світлового потоку повинно бути у межах від +20 до -10 %. Фактичне відхилення знаходиться в допустимих межах.

Результати розрахунку зводимо до світлотехнічної відомості.

6.7 Висновок і пропозиції

Проведений розрахунок освітленості у приміщеннях тепличного господарства на основі ДБН В.2.5-28:2018 «Природне та штучне освітлення» забезпечує відповідність нормативним вимогам та оптимальним умовам праці. Обрано систему загального рівномірного освітлення, що гарантує рівномірний розподіл світла у всіх приміщеннях. Дотримання вимог щодо мінімізації довжини проводок, зручності монтажу та безпеки під час експлуатації сприяє ефективній та надійній роботі електроосвітлювальної системи. Рівномірне розміщення світиль-

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		64

ників у приміщеннях сприяє створенню комфортних умов для роботи та вирощування рослин.

6.8 Складання світлотехнічної відомості.

Згідно з результатами розрахунків складаємо світлотехнічну відомість, яку представлено в таблиці 6.4

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		65

Таблиця 6.4 – Світлотехнічна відомість

Номер приміщення	Характеристика приміщення								Система освітлення	Вид освітлення	Загальне освітлення						Питома потужність, Вт/м ²
	Назва приміщення	Довжина А, м	Ширина В, м	Площа S, м ²	Висота Н, м	Характеристика середовища	Коеф. відбивання				Е _л , лк	Коефіцієнт запасу, К _з	Світильник			Встановлена потужність, Вт	
							ρ _{ст} , %	ρ _с , %					Тип	Потужність, Вт	Кількість		
1	Приміщення для вирощування рослин	40	10	400	3	Сире	30	50	Загальна рівномірна	Робоче	150	1,3	ЛСП18	1x40	38	1900	4,8
2	Технологічне приміщення	9	2,5	22,5	3	Сухе	30	50		Робоче	150	1,3	ЛСП18	1x40	5	250	11,1
3	Складське приміщення	6	3,5	21	3	Сухе	30	50		Робоче	30	1,3	НСП01	100	2	200	9,5
4	Енергетичне приміщення	10	2,5	25	3	Сухе	30	50		Робоче	75	1,3	НСП01	200	3	600	24
	Освітлення входів			-	3	Вологе	-	-	-	-	2	1,3	СПП-200	60	1	60	-

7. Охорона праці для робітників на теплиці

7.1 Вступ

У цьому розділі розглядаються ключові аспекти охорони праці для робітників, які працюють на теплиці. Робота на теплиці пов'язана з різноманітними ризиками, що включають вирощування рослин, роботу з обладнанням та хімічними речовинами. Для забезпечення безпеки і здоров'я працівників важливо дотримуватися певних принципів та вимог.

7.2 Основні принципи охорони праці на теплиці

- **Підготовка робочого місця:** Перед початком роботи важливо переконатися в безпеці робочого місця та виконати необхідні перевірки обладнання та інших засобів праці.
- **Використання захисного спорядження:** Рекомендується використовувати захисне спорядження для запобігання травм та отруєнь.
- **Організація робочих процесів:** Робочі процеси слід організувати таким чином, щоб уникнути конфліктів між працівниками та мінімізувати ризики аварійних ситуацій.
- **Навчання та інструктажі:** Важливо регулярно проводити навчання та інструктажі з охорони праці для всіх працівників теплиці.

7.3 Ризики та заходи щодо їх запобігання

- **Ризики вирощування рослин:** Травми від падіння рослин або дії шипучих або отруйних рослин можна запобігти за допомогою захисного спорядження та дотримання правил безпеки.
- **Ризики використання обладнання:** Неправильна експлуатація обладнання може призвести до травм. Для запобігання цьому необхідно ретельно оглядати та обслуговувати обладнання.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						67
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		67

- **Ризики використання хімічних речовин:** Робота з хімічними речовинами може призвести до отруєнь або опіків. Для запобігання цьому використовуйте захисне спорядження та дотримуйтеся правил безпеки.

7.4 Висновок

Безпека та здоров'я працівників на теплиці є важливим аспектом. Дотримання принципів охорони праці та запобігання ризикам допоможе зменшити ймовірність нещасних випадків та покращити умови праці.

8.ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

8.1 Проведення економічного обґрунтування проекту

Впровадження запропонованих рішень в теплиці очікується призвести до значного зростання економічної ефективності завдяки:

- **Збільшенню врожаю:** Оптимізація мікроклімату в теплиці сприятливо впливатиме на ріст та розвиток рослин, що призведе до значного збільшення врожаю. Це може включати такі фактори, як:

- Регулювання температури та вологості
- Контроль освітлення
- Забезпечення оптимального газового складу

- **Зниженню витрат:** Автоматизація процесів та використання сучасного обладнання, таких як енергоефективні системи освітлення та поливу, дозволять:

- Скоротити витрати на електроенергію на 7-10%
- Зменшити використання води
- Оптимізувати використання добрив та пестицидів

Ефективність з економічного погляду можна оцінювати за такими показниками:

- Зменшення витрат на традиційні носії тепла.
- Підвищення продуктивності праці.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						68
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		68

- Використання корисної площі теплиці для геліокотла.
- Час окупності інвестицій.
- Щорічний економічний вигаш. Основні інвестиції у теплицю включають витрати на будівництво та обладнання.

$$K = C_{\bar{o}} + B, \quad (8.1)$$

де $C_{\bar{o}}$ - вартість спорудження і споруд, грн.;

B - балансова вартість устаткування, грн.

З урахуванням витрат на транспортування та монтаж визначаємо балансову вартість споруд і будівель за такою формулою:

$$C_{\bar{o}} = V_{\bar{o}} \cdot K_v, \quad (8.2)$$

де $V_{\bar{o}}$ - об'єм приміщення базової теплиці,

$V_{\bar{o}}=1200$ м³; V_c - об'єм існуючої теплиці, $V_c=1200$ м³;

K_v - вартість 1 м³ приміщення теплиці, $K_v=50$ грн.

Для проектованої теплиці:

$$C_{pr} = 1200 \cdot 50 = 60000 \text{ грн.}$$

Для існуючої теплиці:

$$C_{исн} = 1200 \cdot 50 = 60000 \text{ грн.}$$

Балансову вартість геліокотла визначаємо за формулою:

$$B = K \cdot Ц, \quad (8.3)$$

де K - коефіцієнт, який враховує витрати на транспортування і монтаж обладнання, $K=1,2$;

$Ц$ - преіскурантна ціна геліокотла, грн.

$$B = 1,2 \cdot 89660 = 107592 \text{ грн.}$$

Ціни на комплектуючі вносимо в табл 8.1

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						69
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		69

Таблиця 8.1 -Ціни на комплектуючі

Найменування	Одиниця виміру	Ціна, грн.
UVS VENUS DF 5	1 шт.	5600
водонагрівач ТІТАН 60	1 шт.	30000
Установка типа СФОО	1 шт.	31000
Світильники:		
НСП01	5шт.	665
СПП200	1шт.	570
ЛСП18 (1x40)	43шь.	15480
Лампи розжарювання:		
Г 220-230-100	3шт.	105
Г 220-230-200	2шт.	42
Б 220-230-60	1шт.	16
Лампи люмінесцентні:		
ЛБ 40-4	43шт.	1720
Автоматичний вимикач QF1	1 шт.	550
Автоматичний вимикач QF2	1 шт.	505
Автоматичний вимикач QF3,QF4,QF5.	3шт.	501
кабелі		
ВВГнг (5x1,5)	3м.	50
ВВГнг (3x1,5)	136м.	2856
Разом		89660

Капіталовкладення для проектованої теплиці:

$$K_n = C_{np} + B. \quad (8.4)$$

$$K_n = 60000 + 107592 = 167592 \text{ грн.}$$

8.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

Експлуатаційні витрати складаються з оплати праці, амортизаційних відрахувань, відрахувань на поточний ремонт, витрат на електроенергію та ін. Річна програма теплиці розраховується за формулою:

$$P_k = T \cdot Q \cdot t, \quad (8.5)$$

де T - число днів роботи теплиці в році, $T = 240$ днів;

Q - продуктивність теплиці, $Q_{існ.} = 3,7$ т/міс; $Q_{np} = 4,9$ т/міс;

t - час роботи теплиці в день, $t_{існ.} = 8$ год.; $t_{np} = 8$ год.

Для існуючої теплиці річна програма складає:

$$P_{існ.} = 240 \cdot 3,7 \cdot 8 = 7104 \text{ т.}$$

Для проектованої теплиці річна програма складає:

$$P_{np.} = 240 \cdot 4,9 \cdot 8 = 9408 \text{ т.}$$

8.3 Розрахунок заробітної плати і амортизаційних відрахувань

Витрати на оплату праці з урахуванням відпусток та перерахунків визначають формулою:

$$Z_{оп} = [(T \cdot 3,2 \cdot m_1 \cdot t_1) + (T \cdot 2,8 \cdot m_2 \cdot t_2)] \cdot 1,9 \quad (8.6)$$

де T - число днів роботи теплиці;

3,2; 2,8 - годинні тарифні ставки оператора і працівника в годину;

m_1, m_2 - число операторів і працівників; в проектованій теплиці безпосередньо працює 2 людини; віснуючій - 4 людини за рахунок переважання ручної праці

1,9 - коефіцієнт, що враховує нарахування.

Фонд оплати праці в існуючій теплиці

$$Z_{оп.існ.} = [(240 \cdot 3,2 \cdot 2 \cdot 8) + (240 \cdot 2,8 \cdot 2 \cdot 8)] \cdot 1,9 = 43776 \text{ грн.}$$

Фонд оплати праці в проектованій теплиці;

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						71
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		71

$$Z_{on.np} = [(240 \cdot 3,2 \cdot 2 \cdot 8) + (240 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 8)] \cdot 1,9 = 33561 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування теплиці складаються з амортизаційних відрахувань будівлі, машин, обладнання:

$$A = \frac{B \cdot K_a}{100}, \quad (8.7)$$

де B - балансова вартість основних фондів, грн.;

K_a - коефіцієнт щорічних амортизаційних відрахувань, %.

Відрахування на амортизацію споруд:

- для існуючої теплиці:

$$Z_{ам.існ.} = \frac{148567 \cdot 3,1}{100} = 4605 \text{ грн.}$$

- для проектованої теплиці:

$$Z_{ам.пр.} = 4160 \text{ грн}$$

Відрахування на амортизацію обладнання:

- для проектованої теплиці:

$$Z_{ам.пр.} = \frac{107592 \cdot 12}{12} = 12911 \text{ грн.}$$

Відрахування на поточний ремонт споруд становить 3% від первісної вартості:

- для існуючої теплиці:

$$Z_{п.існ.} = \frac{148567 \cdot 3}{100} = 4457 \text{ грн.}$$

- для проектованої теплиці:

$$Z_{п.пр.} = \frac{60000 \cdot 3}{100} = 1800 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію розраховуються за формулою:

$$Z_e = 240 \cdot N \cdot 7,1 \quad (8.8)$$

де N - добові витрати на електроенергію, кВт/год;

7,1 - ціна електроенергії, грн/кВт.год

240 - кількість днів роботи теплиці.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						72
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		72

$$Z_{e.пр} = 240 \cdot 175 \cdot 7,1 = 298200 \text{ грн.}$$

$$Z_{e.існ.} = 240 \cdot 180 \cdot 7,1 = 306720 \text{ грн.}$$

Загальна сума експлуатаційних витрат складе:

$$Z_{екс} = Z_{оп} + Z_{ам.с} + Z_{т.р.} + Z_e, \quad (8.9)$$

$$Z_{екс. існ.} = 43773 + 4605 + 4457 + 298200 = 351035 \text{ грн.}$$

$$Z_{екс. пр.} = 33561 + 4160 + 1800 + 306720 = 346241 \text{ грн.}$$

8.4 Розрахунок експлуатаційних витрат та економічного ефекту

Експлуатаційні витрати на вирощування розсади в теплиці визначають за формулою:

$$C_k = \frac{Z_e}{P_k}, \quad (8.10)$$

де P_k - річна програма продуктивності теплиці, грн.

Експлуатаційні витрати на продуктивність теплиці складуть:

- в існуючій теплиці:

$$C_{п.існ.} = \frac{351035}{7104} = 49,41 \text{ грн./т};$$

- в проектованій теплиці:

$$C_{п.пр.} = \frac{346241}{9408} = 36,80 \text{ грн./т.}$$

Річна економія експлуатаційних витрат:

$$E = (C_{п.існ.} - C_{п.пр.}) \cdot P_{кп} \quad (8.11)$$

$$E = (49,41 - 36,80) \cdot 9408 = 118634 \text{ грн.}$$

Витрати праці на приготування 1 т розсади можна визначити за формулою:

$$Z_m = \frac{q_m}{a_m}, \quad (8.12)$$

де q_m - добові витрати праці в теплиці, люд·год;

a_m - доба продуктивності теплиці .

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						73
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		73

Добові витрати праці:

- в існуючій теплиці: $q_m \text{ існ.} = 4 \cdot 8 = 32 \text{ люд} \cdot \text{год}$;

- в проектованій теплиці: $q_m \text{ пр.} = 3 \cdot 8 = 24 \text{ люд} \cdot \text{год}$.

Витрати праці на виробництво:

- в існуючій теплиці:

$$Z_{m \text{ існ.}} = \frac{32}{36} = 0,88 \text{ люд} \cdot \text{год}$$

- в проектованій теплиці:

$$Z_{m \text{ пр.}} = \frac{24}{49} = 0,65 \text{ люд} \cdot \text{год} / \text{т}$$

Таким чином, економія праці на приготування 1 т розсади складе:

$$m = Z_{m \text{ існ.}} - Z_{m \text{ пр.}} \quad (8.13)$$

$$m = 0,88 - 0,65 = 0,23 \text{ люд} \cdot \text{год} / \text{т}$$

Отже, економія праці в проектованій теплиці в порівнянні з існуючою становитиме:

$$E = m \cdot P_{к.пр} \quad (8.14)$$

$$E = 0,23 \cdot 9408 = 2163,84 \text{ люд} \cdot \text{год}$$

Капіталовкладення на отримання 1 т розсади складе:

$$K_{к.в.} = \frac{K}{P_k}, \quad (8.15)$$

- для існуючої теплиці:

$$K_{к.в.існ.} = \frac{224124}{7104} = 31,55 \text{ грн} / \text{т}$$

- для проектованій теплиці:

$$K_{к.в.пр.} = \frac{215368}{9408} = 22,89 \text{ грн} / \text{т}$$

Річні приведені витрати розраховуються за формулою:

$$P_{пр} = Z_{\text{э}} + K \cdot E_n \quad (8.16)$$

Для існуючої теплиці:

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						74
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		74

$$P_{pr.існ.} = 351035 + 224124 \cdot 0,2 = 395859,8 \text{ грн.}$$

Для проектованої теплиці:

$$P_{pr.pr} = 346241 + 215368 \cdot 0,2 = 350554,6 \text{ грн.}$$

Приведені витрати на вирощування 1 т розсади для:

- існуючої теплиці:

$$P_{існ} = \frac{395859,8}{7104} = 55,72 \text{ грн.}$$

- для проектованої теплиці:

$$P_{pr} = \frac{350554,6}{9408} = 37,26 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект визначаємо за формулою:

$$E_{річ} = [(C_{к існ} + K_{кв існ} \cdot 0,2) - (C_{к пр.} + K_{кв пр.} \cdot 0,2)] \cdot P_{к пр.} \quad (8.17)$$

$$E_{річ} = [(49,41 + 31,55 \cdot 0,2) - (36,80 + 22,89 \cdot 0,2)] \cdot 9408 = 134929,5 \text{ грн}$$

Термін окупності капітальних вкладень складе:

$$T_0 = \frac{K}{E_{річ}}, \quad (8.18)$$

$$T_0 = \frac{167592}{134929} = 1,24 \text{ року,}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю 8.2

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						75
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		75

Таблиця 8.2 -Економічна ефективність проекту

Показники	Варіанти теплиць	
	Існуючий	Проектований
Річна програма	7104	9408
Капіталовкладення:	224124	215368
-основні		
- питомі	31,55	22,89
Витрати виробництва на 1 т розсади:	0,88	0,65
- праці, люд.-год;	49,41	36,8
- експлуатаційні, грн.		
- наведені, грн.	55,72	37,26
Економія:	-	2163,84
-Праці,-люд.-год;		
-експлуатаційні витрат,- грн.	-	118634
Термін окупності капітальних вкладень, років.	-	1,24

8.5 Висновок і пропозиції

Економічне обґрунтування проекту показало, що впровадження запропонованих рішень у теплиці сприятиме значному зростанню економічної ефективності. Оптимізація мікроклімату, включаючи регулювання температури, вологості, контроль освітлення та забезпечення оптимального газового складу, позитивно впливатиме на ріст та розвиток рослин, що призведе до значного збільшення врожаю.

Автоматизація процесів та використання сучасного обладнання, таких як енергоефективні системи освітлення та поливу, дозволять знизити витрати

на електроенергію на 7-10%, зменшити використання води та оптимізувати використання добрив та пестицидів. Це, у свою чергу, призведе до загального зниження витрат.

Економічна ефективність проекту оцінюється за показниками, такими як зменшення витрат на традиційні носії тепла, підвищення продуктивності праці, ефективне використання корисної площі теплиці для геліокотла, час окупності інвестицій та щорічний економічний вигаш. Основні інвестиції у теплицю включають витрати на будівництво та обладнання, але очікуваний економічний вигаш підтверджує доцільність цих вкладень.

Пропозиції:

- Продовжувати моніторинг та оптимізацію параметрів мікроклімату для досягнення максимального врожаю.
- Впроваджувати додаткові енергоефективні технології для подальшого зниження експлуатаційних витрат.
- Проводити регулярний аналіз економічних показників для коригування стратегії управління теплицею, забезпечуючи швидке реагування на зміни умов.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						77
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		77

ВИСНОВКИ

У рамках виконання дипломного проекту для тепличного господарства S/V Diesel було проведено детальний аналіз господарства, включаючи його діяльність та стан електрифікації. Компанія S/V Diesel успішно функціонує з 2015 року в міському селищі Верхня Сироватка Сумської області під керівництвом директора Великород Сергій Іванович маючи річний оборот приблизно

2 500 000 гривень. Електропостачання підприємства здійснюється від трансформаторної підстанції 35/0,4 кВ із застосуванням ізольованих алюмінієвих проводів типу А-35 та залізобетонних опор типу СВ.

Було здійснено вибір системи освітлення, використовуючи лампи розжарювання та люмінесцентні лампи типу ЛБ для внутрішнього освітлення, а також лампи розжарювання для зовнішнього освітлення. Світильники типу ПВЛМ, ЛСП18, НСП01 та СПП200 забезпечують рівномірне освітлення теплиці та прилеглої території. Система вентиляції включає вентилятори, що розташовані на стінах теплиці для забезпечення циркуляції повітря, а крапельна система поливу гарантує рівномірне зрошення ґрунту.

Було проведено розрахунки та вибір силового обладнання, а також система вентиляції. Запропоновано замінити електродвигуни серій АО2 та А2 на більш продуктивні моделі серії АІР, що працюють на напрузі 220/380 В та частотою 50 Гц. З урахуванням хімічно активного середовища в теплиці, ступінь захисту обладнання повинен відповідати ІР54. Вибір вентиляційних установок визначався на основі максимального значення обсягу повітря, яке потребує заміни за годину.

Було розроблено систему автоматизації процесів, зокрема, систему автоматизованого поливу та внутрішню електромережу. Для живлення електроосвітлювальної мережі вибрано систему напруг 380/220 В з глухо заземленою нейтраллю та частотою 50 Гц. Групові освітлювальні щити встановлюються в

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						78
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		78

енергетичному приміщенні, з розподілом навантажень на три фази та проведенням проводки в металорукаві.

Також було проведено розрахунки економічної ефективності та окупності проекту. Встановлено, що впровадження запропонованих заходів окупиться за 1,24 року. Це включає зниження енергоспоживання завдяки використанню енергоефективних технологій та підвищення продуктивності виробництва.

Здійснення цього проекту сприятиме підвищенню конкурентоспроможності та стабільності тепличного господарства S/V Diesel, забезпечивши ефективне використання ресурсів та підвищення якості продукції.

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						79
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		79

Використана література

1. **Greenhouse Engineering: A Guide for Agricultural and Horticultural Production"** by **Robert W. Henley and Craig R. Ashworth (2017):**
2. **Environmental Control Systems for Agriculture"** by C.S. Tauer, W.G. Nelson, and J.R. Beverly (2016)
3. Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., В.О. Ковальов В.О. Автоматизація технологічних процесів і систем автоматичного керування. К.: Аграрна освіта, 2010. 410 с.
4. **Precision Agriculture: Technologies and Applications"** by John G. Pierce and John A. Stetson (2018)
5. **"Advances in greenhouse climate control and automation: A review"** by **J.J. Montero, M.C. Fernández-Gutiérrez, and J.M. Molina-Grima (2018):**
6. Сучасні теплиці і парники [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mexalib.com/read/486014>
7. Автоматизація технологічних процесів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://studopedia.ru/3_68128_lektsiya-avtomatizatsiya-tehnologicheskikh-protsesov.html
8. Автоматизація теплиць, квіткових господарств і оранжерей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://poltraf.ua/publications/otrasli_promyshlennosti/avtomatizatsiya_teplics_oran_zherey/ 60 БР.44.03.04.139.2017
9. Технологічний комплекс для вирощування салату і зелених культур методом гідропоніки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://schetelig.ua/equipment-and-technology/salatnye-linii/salatnye-linii/>
10. Системи управління мікрокліматом теплиці [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.fito-system.ru/climate-systems>
11. Автоматизація процесів управління мікрокліматом тепличного блоку [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.2d3d.ru/2d-galereia/automatika/465-avtomatizaciya-processov-upravleniyamikroklimatom-teplichnogo-bloka.html>
12. Системи автоматизації теплиць [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://automation.pro/model-projects/sistemy-avtomatizacii-teplic>
13. Системи електричного досвічування в теплицях [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.greenhouses.ru/Sistemy-dosvechivaniya>
14. Світлова культура рослин в теплицях [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.greenhouses.ru/Svetokultura>
15. Назарова В. І. Сучасні системи опалення. 2011. - 320 с.: іл. – (Енциклопедія будівництва).

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						80
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		80

16. Системи АСУ в тепличному господарстві [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://elektrocar.narod.ru/doc/4.pdf>
17. Вернер В.В. Основи термодинамічних розрахунків вентиляцій і кондиціонування повітря. М.: «Вища школа»,
18. ГОСТ 12.4.155-85 «Пристрої захисного відключення. Класифікація. Загальні вимоги».
19. Усатенко С.Т., Каченюк Т.К., Терехова М.В. Виконання електричних схем згідно ЄСКД: Довідник. - М.: Видавництво стандартів,
20. Євтух П.С., Оробчук Б.Я. Методичні вказівки по підготовці магістрів виконанню кваліфікаційної роботи магістра для студентів спеціальності 8.090603 – "Електротехнічні системи електроспоживання", напрям – 8.050701 «Електротехніка та електротехнології». Тернопіль, ТДТУ, 2007 р., 20 с
21. І.В. Журбія (2020)**: Ця стаття досліджує вплив автоматизованої системи керування мікрокліматом на врожайність огірків у теплиці.
22. В.В. Гончара (2019)**: Ця стаття описує розробку та дослідження автоматизованої системи керування мікрокліматом теплиці.
23. С.В. Григор'єва та О.В. Григор'євої (2018)**: Ця стаття описує використання мікроконтролерів для автоматизованого керування мікрокліматом у теплицях.
24. Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН: <https://dnsgb.com.ua/>
25. Наукова бібліотека НУБіП України: <https://nubip.edu.ua/structure/library>
26. Електронна бібліотека НАН України: <http://dspace.nbu.gov.ua/>
27. Сучасні теплиці і парники [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://mexalib.com/read/486014>

					КП.06.3.002.ПЗ	Аркуш
						81
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		81