



ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри  
електротехніки, електромеханіки та  
електротехнологій

д.т.н., проф. Жильцов А.В.

(підпис)

2021 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
СТУДЕНТУ

Овчаренку Дмитру Вікторовичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: „Розроблення та дослідження  
автоматизованого електрообладнання для вирощування рослин у весняних теплицях”  
затверджена наказом ректора НУБіП України від 1.02.2021 № 175”С”

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15. 11. 2021

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи

«Правила улаштування електроустановок»; «Правила технічної експлуатації  
електроустановок споживачів»; «Правила безпечної експлуатації електроустановок  
споживачів».

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести аналіз діяльності та стану електрифікації Селекційної дослідної станції.
2. Виконати проектування технологічних процесів у блоці весняних теплиць.
3. Провести дослідження вологості ґрунту і повітря у весняній теплиці.
5. Виконати розрахунок елементів системи електропідключення тепличного господарства.
6. Обґрунтувати заходи з монтажу та налагодження електрообладнання у тепличному господарстві.
7. Розробити заходи з охорони праці у блоці весняних теплиць.
8. Провести техніко-економічне обґрунтування системи автоматизованого електрообладнання для регулювання вологості ґрунту і повітря у весняних теплицях.

Дата видачі завдання 02.02.2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Синявський О.Ю.

(підпис)

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

Овчаренко Д.В.

(підпис)

(ПІБ)

## РЕФЕРАТ

Магістерська кваліфікаційна робота: 104 с., 11 рис., 28 табл., 38 джерел

**Об'єкт дослідження** – процес магнітної обробки поливної води у весняних теплицях.

Метою дослідження є встановлення параметрів системи електрообладнання для поливу рослин у весняних теплицях та видів магнітної обробки поливної води, які знижують енергію, воду та мінеральні добрива на 10-15%, підвищують урожай овочів та продукції. якість .

Методи та обладнання дослідження: моделювання, методи математичної статистики, теорія планування експериментів тощо; рН-метр рН -150МА, іонометр І-160М, тесламетр, амперметр, вольтметр.

Налагоджене технологічне та електричне обладнання для вирощування рослин у весняних теплицях. Проведено розрахунки на електропривод, електроопалення, електропостачання, освітлення теплиці та опромінення рослин у розсаднику.

Налагоджена система електрообладнання для автоматичного контролю вологості та поливу рослин у теплицях.

Досліджується процес магнітної обробки поливної води в теплиці. Визначено оптимальні режими обробки та обґрунтовано параметри відповідних пристроїв.

Розроблено рекомендації щодо експлуатації тепличного електрообладнання та заходів безпеки праці. Результатом є розрахунок рентабельності прийнятих інженерних рішень.

**Галузь застосування** – тепличне овочівництво.

**Ключові слова:** весняна теплиця, магнітна обробка, поливна вода, магнітна індукція, електрообігрівання ґрунту, вологість повітря, електрифікація і автоматизація виробничих процесів

## ЗМІСТ

	ВСТУП.....	8
1	ХАРАКТЕРИСТИКА ГАЛУЗІ ТА КОМПАНІЇ.....	11
1.1	Стан тепличної промисловості.....	11
1.2	Особливості виробництва в тепличному комплексі.....	16
2.	АНАЛІЗ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ.....	19
2.1	Загальна характеристика електропостачання тепличного заводу.....	19
2.2	Загальна характеристика електрообладнання підприємства.....	22
2.3	Загальна характеристика системи електричного опромінення.....	26
3	РОЗРОБКА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗАХОДІВ.....	29
3.1	Методологія енергетичних досліджень систем електричного опромінення та освітлення.....	29
3.1.1	Методи проведення експрес-обстеження енергоресурсів.....	31
3.1.2	Методика проведення поглибленого енергетичного обстеження.....	34
3.2	Варіанти економії енергії під час опромінення.....	36
3.3	Особливості роботи апарату управління опромінюючими установками.....	40
3.4	Системи контролю мікроклімату в теплицях.....	49
3.5	Розрахунок систем опромінення.....	61
3.5.1	Порядок розрахунку систем опромінення.....	61
3.5.2	Вихідні дані для розрахунку.....	64
3.5.3	Розрахунок радіатора ЖСП 64-400-001Р з зворотною лампою ДНАЗ-С-400.....	66
3.5.4	Розрахунок і вибір кабелів.....	74
3.5.5	Розрахунок і вибір пристроїв управління та захисту.....	77
3.5.6	Розрахунок струмів короткого замикання.....	79
4	БЕЗПЕКА ЖИТТЯ.....	83
4.1	Загальні положення.....	83
4.2	Аналіз охорони праці.....	84
4.2.1	Стан організаційної роботи.....	84
4.2.2	Стан технічної безпеки.....	86
4.2.3	Стан відведення промислових стічних вод.....	87
4.2.4	Стан протипожежного захисту.....	87
4.3	Заходи щодо підвищення безпеки праці.....	88
4.3.1	Заходи щодо усунення дефектів, небезпек та небезпеки, виявлених під час аналізу.....	88

4.3.2 Розрахунок резервного освітлення тепличного приміщення.....	88
4.3.3 Заходи безпеки при монтажі та експлуатації систем освітлення та опромінення.....	90
5 ТЕХНІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ ПРИЧИНИ ПРОЕКТУ .....	94
5.1 Вихідні дані.....	94
5.2 Знижена вартість порівнюваних варіантів .....	95
5.2.1 Вартість капіталу порівнюваних опцій.....	96
5.2.2 Операційні витрати порівнюваних варіантів.....	99
5.3 Термін окупності проекту .....	102
5.4 Висновки за розділами.....	104
ВИСНОВОК.....	106
ЛІТЕРАТУРА.....	107
ВЛАСНИК.....	110

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## ВСТУП

# НУБІП України

Теплична промисловість має велике значення для забезпечення населення свіжими та багатими на вітаміни овочами та квітами в умовах відсутності

польового виробництва. Особливо актуальним є використання тепличної продукції в країнах з суворими кліматичними умовами, до яких можна віднести більшість регіонів України.

# НУБІП України

Для більшості основних плодовоовочевих продуктів овочевий дефіцит можна зменшити шляхом створення запасів у спеціалізованих овочевих магазинах. З цієї причини основними видами рослин, які вирощуються в тепличних умовах, є рослини, які не можуть довго зберігатися при збереженні харчової цінності продукції. До таких культур належать: томати, огірки, перець, баклажани, різні ягоди, а також зелень (зелень).

# НУБІП України

Сьогодні захищений ґрунт є основним цілорічним постачальником натуральних овочів і ягід на столи громадян України. Проте нинішній рівень виробництва покриває лише 20% медичних витрат, решту, як завжди, покриває імпорту.

# НУБІП України

У період «розвиненого соціалізму» тепличне господарство досягло розквіту. Рентабельність досягала 70-200%. Насамперед, такі високі фінансові результати пояснюються низькою вартістю енергоресурсів. Будівництво теплиць в Україні та країнах СНД почало найактивніше розвиватися на початку 80-х років 20 століття і тривало до розпаду СРСР. За цей час на пострадянському просторі створено могутній парк скляних теплиць на базі конструкцій антрацитного заводу, який функціонує і сьогодні. Переважна більшість тепличних комплексів мала заповідні ділянки площею до 10 га (75% або 282 тепличні комплекси).

# НУБІП України

# НУБІП України

У період перебудови значна частина теплиць прийшла в занепад, а більше половини теплиць було розібрано або просто занедбано. Ліквідація звичайних субсидій, розрив надрегіональних зв'язків, гіперінфляція, падіння рівня життя населення, а потім різке зростання цін на енергоносії привели до економічної

# НУБІП України

недоцільності діяльності багатьох тепличних комплексів як у України, так і в сусідніх країнах СНД. Загалом за роки перебудови України втратила близько 50% тепличних площ. Збереглися лише ті теплиці, які працюють на газі (використання приблизно втричі дешевше, ніж використання інших джерел енергії) або мають стимули до тарифів на енергоносії або часткової (до 50%) компенсації своїх витрат.

Загальною світовою тенденцією розвитку тепличної галузі є скорочення обсягів теплиць при збільшенні виробництва. Така тенденція розвитку тепличної галузі можлива завдяки широкому переходу до інтенсивних технологій і методів вирощування рослин у теплицях, застосуванню нових конструкцій, матеріалів та енергозберігаючих технологій. Крім того, в умовах глобальної урбанізації, розширення міських конгломератів, спостерігається зростання дефіциту земель, придатних для сільськогосподарського виробництва, і скорочення відкритих земель. За таких умов зменшення виробництва плодоовочевої продукції у відкритому ґрунті має компенсуватися збільшенням вирощування в закритому ґрунті.

В даний час у зв'язку з подорожчанням енергоресурсів проблема енергозбереження стає дуже актуальною. У структурі собівартості овочів в зимових теплицях найбільшу питому вагу має тепла та електрична енергія. У 2008 році ціна природного газу зросла на 25%, а електроенергії – на 27% до 2007 року, так що частка споживання енергії у витратах на виробництво овочів залежить від зростання цін на енергоносії та актуальних проблем енергозбереження в теплицях України і країн СНД неможливо вирішити лише простим переходом на сучасні джерела світла (натрій або металогалогенід). Це лише перший, хоча й важливий етап на шляху до сучасної концепції енергозберігаючих технологій.

Метою дослідження є встановлення параметрів системи електрообладнання для поливу рослин у весняних теплицях та видів магнітної обробки поливної води, які знижують енергію, воду та мінеральні добрива на 10-15%, підвищують урожай овочів та продукції, якість.

Предметом дослідження є процес магнітної обробки поливної води у весняних теплицях.

Предмет дослідження - методи магнітної обробки води та параметри автоматизованого електрообладнання для вирощування рослин у весняних теплицях.

Методи та обладнання дослідження: моделювання, методи математичної статистики, теорія планування експериментів тощо; рН-метр рН -150МА, іонometr I-160M, тесламетр, амперметр, вольтметр.

Теоретична цінність отриманих результатів полягає у визначенні аналітичних залежностей зміни параметрів водних розчинів при магнітній обробці, обґрунтуванні будови та параметрів системи автоматичного керування поливом рослин у теплицях.

Практична цінність отриманих результатів полягає у розробці автоматизованого електрообладнання для поливу рослин у весняних теплицях, визначенні видів магнітної обробки поливної води та розробці пристроїв для магнітної обробки за допомогою електромагнітів.

Для захисту магістерської роботи:

1. Аналітичні залежності від зміни параметрів у водних розчинах під час магнітної обробки.
2. Види обробки поливної води у весняних теплицях під час магнітної обробки.
3. Параметри електричних приладів для магнітної обробки водних розчинів.
4. Спосіб розрахунку приладів для магнітної обробки водних розчинів.

У цій магістерській роботі встановлено технологічне та електротехнічне обладнання для вирощування рослин у весняних теплицях, проведено теоретичні та експериментальні дослідження щодо зміни параметрів поливної води при магнітообробці та визначення оптимальних параметрів обробки, впливу магнітної обробки на Досліджено ріст, розвиток рослин і продуктивність овочевих культур. та розроблено методику розрахунку приладів для магнітної



обробки розчинів електромагнітами та проведено їх дослідження, розроблено рекомендації щодо експлуатації електрообладнання та заходів з охорони праці в блоні весняних теплиць, техніко-економічні показники автоматизованого електрообладнання систем зрошення. в теплицях.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## РОЗДІЛ 1.

# ВИРОБНИЧО – ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА СЕЛЕКЦІЙНОЇ ДОСЛІДНОЇ СТАНЦІЇ І СТАНЦІЇ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ

## 1.1 Напрямок та основні показники виробничо-господарської діяльності Селекційної дослідної станції

У селі розташована племінна станція Носівського району Чернігівської області. Дослідно 10 км від м. Носівка.

Місцевість, в якій розташоване господарство, характеризується помірно-континентальним кліматом. Середньорічна температура повітря + 6,5 ° С. Ранні осінні заморозки наступають у вересні, пізні весняні заморозки закінчуються в травні.

На території подвір'я переважає тип долинного рельєфу. Рельєф переважно рівномірний. Ерозія сільськогосподарських угідь дуже слабка.

Наземний покрив території представлений дерново-підсолицьким, підсолиць - дерновим івнхг зонен супризолів, тому супризолів см супризолів.

Селекційна науково-дослідна станція є однією з найстаріших науково-дослідних установ України. Він був заснований у червні 1911 року як сільськогосподарський науково-дослідний центр. Під час селекційної роботи на станції створено понад 80 сортів різних культур: озиме жито, пшениця озима, тритикале озиме, вика озима, ячмінь ярий, пшениця яря, тритикале літня, овес, горох, люпин, ріпак, гречка, гречка, огірки, помідори, столовий буряк. Потенціал урожайності вироблених сортів озимого жита та тритикале становить 8-10 т/га, ячменю, вівса, ярої пшениці та тритикале 7-8 т/га, конюшини та люцерни 40-60 т/га зеленої речовини та 3-5, цибулі та огірків 30-40 т/га товарної продукції.

Щорічно дослідне господарство виробляє 800-1000 тонн і реалізує 600-800 тонн елітної та племінної продукції. Найбільшим попитом користуються сорти зимового життя: Боротба, Синтетик 38, Хлібне, Дозор; Тритикале озиме Славетне, овес: Чернігів 28 Деснянський, Нептун, Веселка, Зоряний, Парламентський, Скарб України; Ярий ячмінь: Носівський 21, Варіант, Гося; Яра пшенична красуня Полісся, тритикале яре Вікторія; Агрос 12 конюшина, сокіл;

Люцерна: Алія, Владислава; Цибуля: грандина, господиня; Огірки: Ера, Носівський, Етап. Найбільшого поширення в культурі в Україні отримали сорти озимого жита, що міститься в культурі в культурі в культурі в культурі в культурі в %.

Основними напрямками наукових досліджень станції є:

Добір озимих, ярий ячмінь, овес, конюшина, люцерна, цибуля та огірки; Дослідження для вдосконалення селекційного процесу та створення сортів, які пристосовані до змінних кліматичних умов, формують культуру з меншою вологістю в ґрунті, підвищують температуру, генетично захищені від серйозних захворювань, енергетично та екологічно чисті;

Створення голих сортів вівса та ячменю з високим вмістом живої речовини в зерні;

Розробка елементів односортної сільськогосподарської техніки;

Оригінальне та елітне насінництво зернових та овочевих культур, багаторічних трав.

Селекційна дослідна станція підпорядкована дослідному господарству, яке використовує 755 га і займається виробництвом елітних і репродуктивних сортів

Носівської СДС та інших селекційних інститутів (горох, гречка, люпин, соя, озима). Щорічно дослідне господарство виробляє 800-1000 тонн і реалізує 600-800 тонн елітної та племінної продукції.

Кількість працівників: 32.

## 1.2 Стан електрифікації господарства

Електропостачання господарства здійснюється від Носівської РТП 35/10 кВ.

На території господарства розміщені дві трансформаторні підстанції 10/0.4 кВ, які мають контур повторного заземлення та блискавкозахист.

Резервного живлення немає.

Повітряні ЛЕП 0.4 кВ на залізобетонних опорах з алюмінієвими проводами А16, А25, А35, А50, А70. Всі ТП 10/0.4 кВ, ЛЕП 0.4 кВ знаходяться на балансі РЕМ. В господарстві налічується: 105 електродвигунів загальною потужністю

710 кВт, 6 нагрівальних установок потужністю 200 кВт, електроосвітлювальні установок потужністю 180 кВт, та інше обладнання потужністю 200 кВт.

Протяжність високовольтних ліній 10 кВ складає 8 км, а 0,4 кВ – 14 км.

Стан електрифікації Носівської селекційної дослідної станції оцінюється як задовільний. Проте, було помічено ряд суттєвих недоліків. У господарстві застосовуються велика кількість застарілого електрообладнання, яке призводить до втрат електроенергії та виходу з ладу обладнання, багато устаткування працює в холосту. В силових і освітлювальних мережах застосовується старе електрообладнання, яке не може задовільняти вимоги до якості освітлення та енергозбереження. Крім того в деяких установках існує небезпека ураження електричним струмом.

### 1.3 Характеристика об'єкту проектування

Весняні плівкові теплиці використовуються для вирощування розсади овочів в період з березня по травень, а потім для вирощування овочів.

Теплиця являє собою в плані прямокутник шириною 6,8 м і довжиною 78,4 м. Арматурні арки з кроком 2,8 м складають каркас теплиці. Вони розраховані на вітрове навантаження за третім поясом і снігове навантаження 10 кгс/см<sup>2</sup>.

Плівкове покриття виконується окремими полосами поліетиленової плівки товщиною 0,1 мм і шириною 3,2 м, які накладають в накладку з покриттям на 40 см. За допомогою затискачів полоси притягуються до арки. Вільні кінці полотна притискають до землі кілочками.

Весняна теплиця повинна бути обладнаною системою електрообігрівання повітря і ґрунту, яка б забезпечувати температуру повітря в будь-який час доби з похибкою не більше  $\pm 1\%$ . Обігрівання повітря здійснюється електрокалорифером, а ґрунту – нагрівальними елементами з проводу ПОСХВТ. Температурний режим підтримується автоматично на заданому рівні.

Рослини подивають підігрітою водою з температурою 16-25 °С за допомогою поливального водопроводу.

У весняній теплиці застосовується ґрунтова технологія вирощування рослин. Більшість виробничих процесів у теплиці механізовані і

електрифіковані. Недоліком існуючого обладнання є неможливість підтримання на заданому рівні вологості повітря і ґрунту, що вимагає розробки відповідного обладнання.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

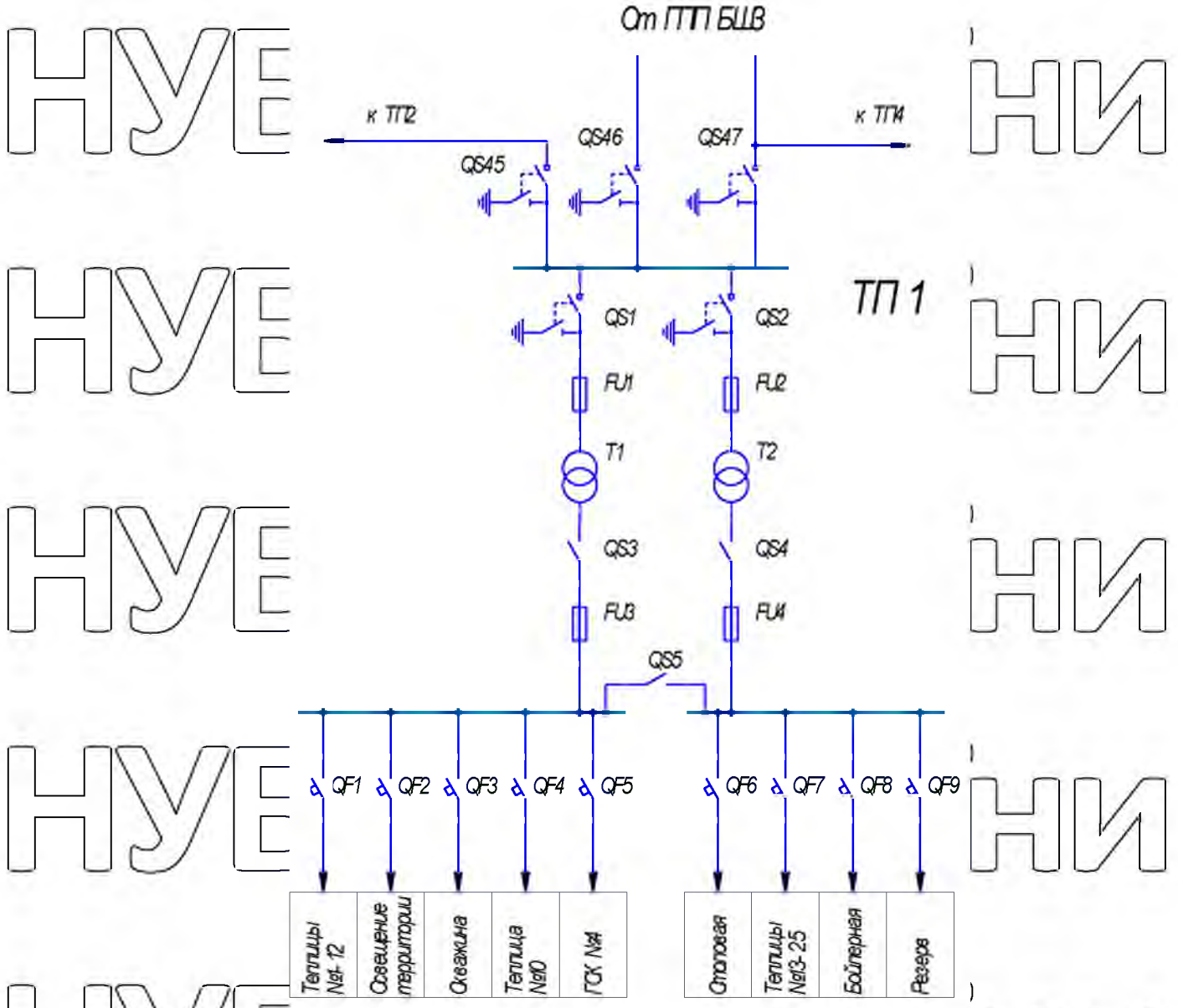
## 2. АНАЛІЗ СПОЖИВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ВАТ «ГК

«СПУТНІК»

# НУБІП України

### 2.1 Загальна характеристика електропостачання тепличного заводу

Тепличний комплекс живиться через РП4 ГПЗ Барнаульського шинного заводу (рисунок 2.1). Струм розряджається по кабелю АЛБ-6 3x95 від осередку 14 РП4 і кабелю АСБ-6 3x150 від осередку 16 РП4.



а

# НУБІП України

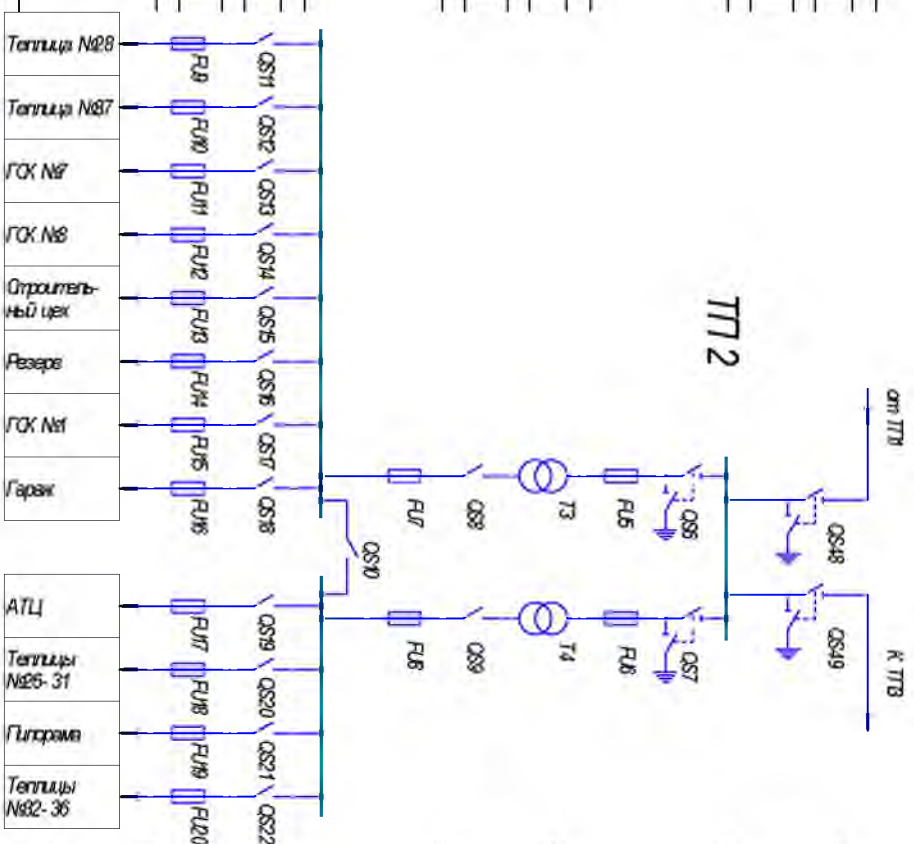
НУЕ

ТТ2

НМ

НУЕ

НМ



НУЕ

от ТТ2

НМ

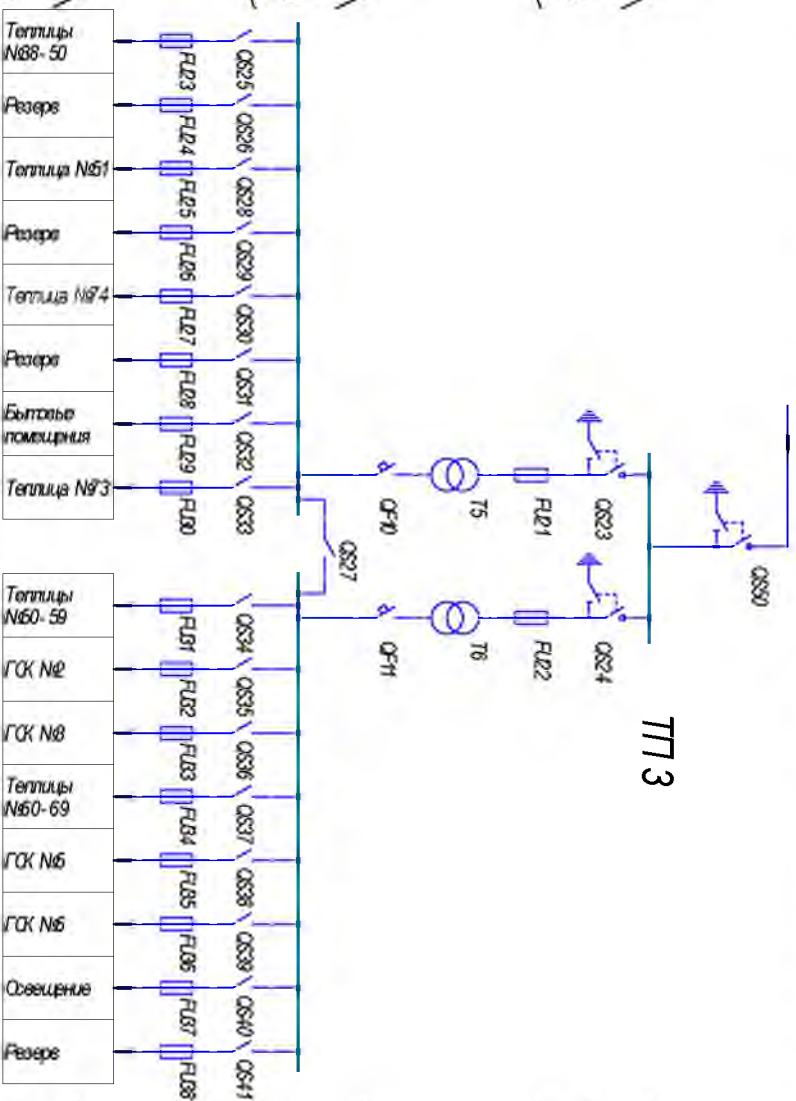
НУЕ

ТТ3

НМ

НУЕ

НМ



НУЕ

НМ





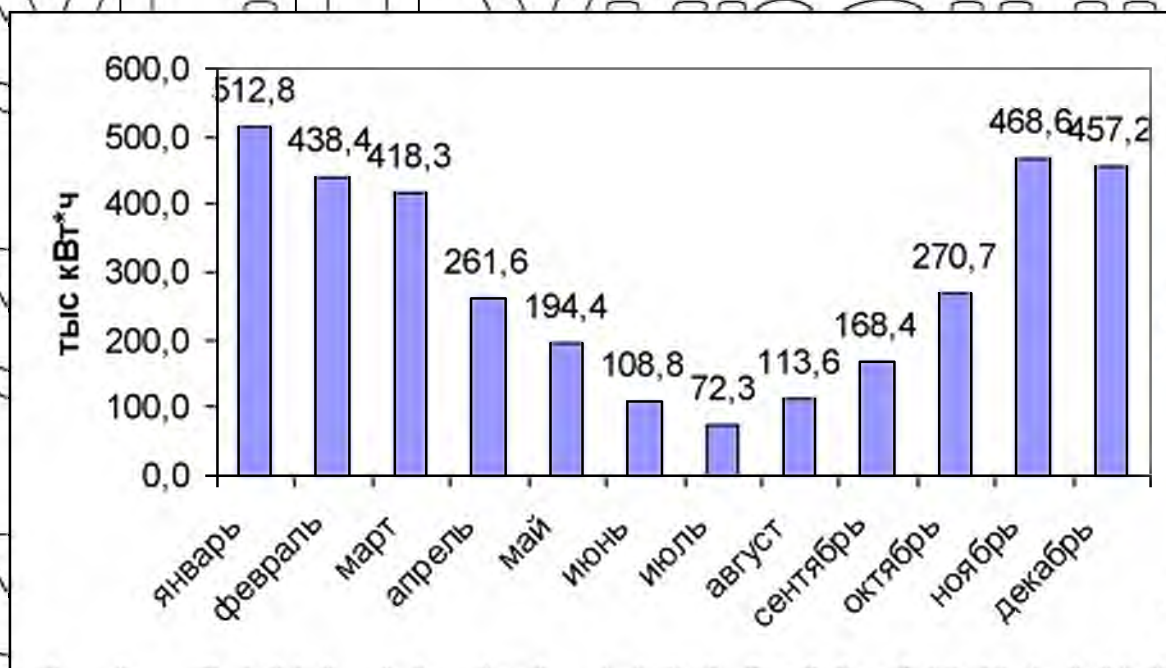


Рисунок 2.2 Річний графік споживання електроенергії технічним центром у 2020 р.

На графіку видно, що:

- максимальне споживання електроенергії припадає на холодні місяці року, що пов'язано з необхідністю додаткового освітлення рослин, а також опалення теплиць;
- Споживання електроенергії в січні в 7 разів більше, ніж у липні

## 2.2 Загальна характеристика електрообладнання підприємства

Споживачами електроенергії теплиць та складного коридору є електродвигуни радіаторів та механізмів відкриття вікон (табл. 2.1).

Кожна теплиця має два водонагрівачі для регулювання температури повітря, потужність двигуна вентилятора 3 кВт. Для підтримки оптимальних температурних параметрів в теплицях в періоди надмірної сонячної радіації передбачена система вентиляції. Для дистанційного керування відкриттям і

закриттям вентиляційних прорізів на верхньому поясі ферм у середній частині кожної теплиці встановлено два мотор-редуктори потужністю 1 кВт кожен.

У котельні тепличного комплексу встановлено чотири парових котла ДЕ-25, які працюють на природному газі. Потужність електроенергетичного обладнання кожного котла (димоотвод, вентилятор) становить 120 кВт. Також котельня має чотири мережеві насоси потужністю 75 кВт кожен для циркуляції води в системі опалення. У котельні є зварювальний пункт потужністю 30 кВт.

Тепличний комплекс має власну свердловину, потужність насоса 33 кВт.

Система очищення води для поливу передбачає нагрівання в бойлері. Потужність кожного з двох насосів в котлі становить 30 кВт.

Споживачами електроенергії цеху є різальні верстати та підйомник загальною встановленою потужністю 65 кВт.

У будівельному цеху та на лісопилні встановлено деревообробне обладнання загальною потужністю 52 кВт.

Таблиця 2.1

### Властивості електрообладнання

Приміщення компанії	обладнання					
	Прізвище	бренд	Р, кВт	NS	У, Б	багато
1	2	3	4-й	5	6-й	7-й
котельня	вентилятор	ВД-13,5	55	108	380	4-й
	Відвідник диму	DN-15	55	106	380	4-й
	Зварювальний апарат	ТД-500	тридцять		380 / 60-76	1
1	2	3	4-й	5	6-й	7-й
Фонтан	Мережевий насос	ЦНС (G) 60-264	75	142	380	4-й
	Заглибний насос	СЦВ 8 65-90	33	62	380	1
котельня	Мережевий насос	ЦНС (G) 60-99	тридцять	58	380	2
Ремонтна майстерня	Токарний верстат	ТВ320	2,2	4,6	380	1
		1К62	11,1	22,3	380	1
		ДЖ250ГВ	3,2	6,1	380	1

	Фрезерний верстат	6N82	десять	18.9	380	1	
		678	2.4	4.5	380	1	
	свердильний верстат	2Н135А	5.1	9.8	380	1	
		HC12	0.65	1.6	380	1	
	Подрібнити	3G71	3.0	5.9	380	1	
	Заточка і шліфування	3B634	3.2	6.2	380	1	
	Універсальна заточка	3A6ChD	2.4	5.0	380	1	
	Механізм зривання труб	BMC28	2.2	4.6	380	1	
		ГСТМ-21М	4.5	8.9	380	1	
	Електричний ліфт	TE3-5H	4.9	10.1	380	1	
		MV093M	0.9	2.1	380	1	
	Одностанційний зварювальний апарат	НСО-120	4-й	9.6	380	1	
	вентиляція	BP 80-75 №8	5.5	11.2	380	1	
	Будівельний бізнес	Токарний верстат по дереву	ТП-1	4.5	8.9	380	1
	1	2	3	4-й	5	6-й	7-й
	Рубанок	СТБ	2.8	5.8	380	1	
	З'єднувальна машина	F45	3.5	6.8	380	1	
	бензопила	ДПА-27/250	1.2	5.0	220	2	
	вентиляція	BP 80-75 No10380	7.5	14.7	380	1	
		Лісопильний завод	П-50	двадцять	37.6	380	1
Циркулярна пила		S6-2	4.5	9.2	380	1	
вентиляція		BP 80-75 No10	7.5	14.7	380	1	
Насосно-мийна система		OM-830	1.7	6.9	220	1	
Гараж		Портативний компресор	O-38M	4.5	8.8	380	1
	Електричний ліфт	TE5-711	8.2	16.1	380	1	
	Шліфувально-шліфувальний верстат	3B634	3.2	6.2	380	1	
	вентиляція	BP 80-75 No8	5.5	11.2	380	1	
	Електрична плита	ПЕСМ-4	чотирнадцять	34	380	2	
	Мальня	Електрична духовка	ШЖЕСМ-2	9.6	22.8	380	1
	Електричний котел	КПІ-100	п'ятнадцять	37.2	380	1	

1	Електрична сковорода	SESEM-0,5	12-е	28.9	380	2	
	М'ясорубка	MIM-105	2.2	4.5	380	1	
	2	Картоплечистка	МОК-50	4-й	5	6-й	7-й
				1.1	4.5	220	1
		посудомийна машина	MMY-125	12.4	28.4	380	1
		Місильна машина	TMM-1M	1.7	6.6	220	1
		Холодильне відділення	КН-6	1.2	4.5	220	1
		вентиляція	ВР 80-75 No8	5.5	11.2	380	2
	Склянка	Повітрянагрівач Кск-3-8	ВО 06-300 No8	3.0	5.8	380	144
		Механізм відкриття вентиляції	4A80A4	1.1	2	380	144

### 2.3 Загальна характеристика системи електричного обпромінення

Світло є одним з найважливіших факторів мікроклімату в теплицях і впливає на врожайність культурних рослин. Ріст рослин визначається процесами фотосинтезу, для якого світло є основним джерелом енергії. Тому швидкість росту і розвитку рослин пропорційна їх освітленості. Система електроосвітлення рослин призначена для підтримки необхідного рівня освітленості в секціях для вирощування розсади та овочів з урахуванням зовнішнього сонячного світла та часу доби, особливо в осінньо-зимовий період.

При природному освітленні розсаду огірків можна вирощувати в п'ятій-сьомій світлових зонах, а розсаду томатів – у шостій зоні. На інших ділянках необхідне додаткове штучне освітлення для розсади. Алтайський край розташований в четвертій світловій зоні - кількість ФАР (фотосинтетично активної радіації) становить 1000-1380 кал/см<sup>2</sup>.

У тепличному комплексі штучне додаткове освітлення використовують для вирощування розсади та в салатній теплиці (табл. 2.2). Джерелами

опромінення є лампи ЖСП 400 010 з лампами ДНаЗ-400 Reflex (натрієва лампа високого тиску з дзеркальним покриттям) і лампи ОГ-400 з лампами ДРЛФ-400. Для вирощування розсади огірків і томатів є п'ять розсадних теплиць. Після збирання розсади теплиці використовують як овочі.

Таблиця 2.2 - Властивості системи електроопромінювання

Склянка			Радіаційний прилад				Удар, кВт	
Тип	S, м <sup>2</sup>	Кількість, шт	Тип	P, кВт	лампа	Кількість, шт		всього, шт
салат	500	1	ЖСП-400	0,4	ДНаЗ-400	120	120	48
розсада	1000	5	ОГ-400	0,35	ДРЛФ-400	288	1440	576
		6-й					1560	624

На опромінення систем витрачається орізько 475 тис. кВт·год електроенергії на рік (рисунок 2.3), що відповідає 14% від загального споживання електроенергії.

Оскільки опромінення є важливою складовою підвищення виходу готової продукції, а в тепличному комплексі використовуються неефективні джерела опромінення, було обрано напрямок підвищення енергоефективності опромінювального обладнання. Однак надалі важливо не тільки зменшити тепловтрати через навколишні конструкції, а й детально розглянути роботу котельні, де також можна знизити витрати на електроенергію.

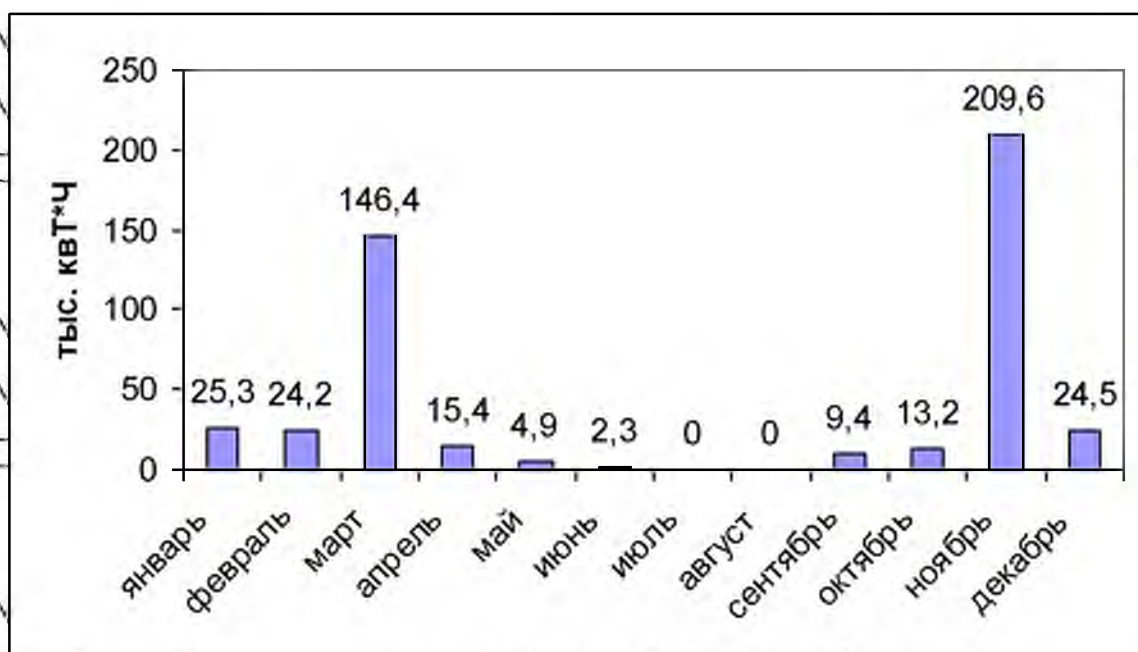


Рисунок 2.3 Споживання електроенергії на опромінення у 2020 році

### 3 РОЗРОБКА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ЗАХОДІВ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЙНА ДОСЛІДНА СТАНЦІЯ

#### 3.1 Методологія енергетичних досліджень систем електричного опромінення та освітлення

В даний час близько 13% всієї електроенергії, виробленої в країні, використовується для освітлення та опромінення, що становить близько 108 млрд кВт-год. У році. Більше 65% використовується системами освітлення (ОС) промислових підприємств і громадських будівель [14]. Майже вся електроенергія виводиться недостатньо ефективно – використовуються застарілі, малоєфективні джерела світла та світильники, не приділяється належної уваги вибору систем освітлення, розміщення ламп, регулювання та роботи освітлення.

Важливою частиною системи енергоменеджменту є енергоаудит – відправна точка для розробки програми енергоефективності будь-якої компанії. Він дає змогу аналізувати споживання енергоресурсів підприємствами та їх витрати, виявляти місця з немарним використанням ресурсів та розробляти програму енергозберігаючих заходів.

Енергоаудит – це експертиза освітлювальної (опромінювальної) установки підприємства з метою визначення раціональності споживання енергії, оцінки потенціалу енергозбереження та розробки найбільш ефективних шляхів його реалізації.

Енергетичні обстеження проводяться з метою оцінки ефективності використання електричної енергії в системах освітлення (системах опромінення) підприємствами та установами, зниження споживання електроенергії споживачами на потребу в електроосвітленні, розробки та впровадження енергозберігаючих рішень та заходів. Енергетичний огляд систем освітлення підприємств або організацій слід проводити не рідше одного разу на 5 років. За його результатами створюється або оновлюється енергетичний сертифікат на системи освітлення підприємства [10].

Енергетичні обстеження спрямовані на вирішення наступних завдань:

Визначення відповідності діючої операційної системи вимогам СНІП 23-05-95;

оцінка фактичного споживання електроенергії, визначення резервів економії електроенергії в системах освітлення та опромінення підприємства;

Оцінка технічного стану операційної системи та її складового обладнання, стану світлових отворів та використання денного світла, раціональності використання штучного електроосвітлення, наявності та роботи систем автоматичного керування електроосвітленням;

Виявлення та оцінка потенціалу енергоефективності в системах електроосвітлення та опромінення;

Визначення раціонального споживання РЕ на потреби підприємства в освітленні та опроміненні;

Визначення вимог до операційної системи за її функціональним призначенням, типом виробничого процесу.

При вирішенні завдань енергозбереження в системах електроосвітлення (системах опромінення) та обмеження споживання електроенергії на цілі освітлення проводять два види енергетичних випробувань: експрес-тест і поглиблений тест.

Експрес-опитування проводиться для оцінки справності систем освітлення та опромінення підприємства, збільшення нерационального споживання електроенергії, визначення основних напрямків зниження витрат на електроенергію та оплати електроенергії.

Поглиблені дослідження спрямовані на виявлення та впровадження енергозберігаючих резервів у системах освітлення та опромінення компанії. За результатами поглибленого дослідження енергії порівнюються фактичні та нормовані витрати енергії на освітлення та опромінення, оцінюється потенціал енергозбереження на основі різноманітних енергозберігаючих заходів та енергозберігаючих заходів та інженерних складається план і розробляються технічні енергозберігаючі рішення. Поглиблені енергетичні звіти можна

технічні енергозберігаючі рішення. Поглиблені енергетичні звіти можна



завершити створенням енергетичного пропуску для систем освітлення (опромінення) на діючих приміщеннях.

### 3.1.1 Методи проведення експрес-обстеження енергоресурсів

Найважливіший зміст експрес-опитування:

Отримання інформації про об'єкти дослідження за наданими документами та схемами: тип і площа приміщення, добовий план роботи ОС, характеристики та параметри ОС, можливість побудови мереж електроосвітлення (для, наприклад, для мереж зовнішнього освітлення - схема каскадної конструкції) тощо;

Перевірка експлуатаційної операційної системи та визначення недоліків в експлуатаційній системі основних будівель. Основні та характерні недоліки операційної системи;

Експлуатація ОС більше 8 років без регулярних робіт з переобладнання та реконструкції освітлювального обладнання (ОС); використання застарілих конструкцій з великими втратами в робочих пристроях без компенсації реактивних втрат в операційній системі з низьким ККД;

використання низькоєфективних ламп розжарювання (системи внутрішнього та зовнішнього освітлення) та ламп ДХО (системи зовнішнього освітлення та опромінення);

Запиленість або візуально відчутне зниження оптичної пропускання прозорих елементів і відбивних властивостей оптичних елементів операційної через їх фізичне старіння та функціонування операційної без поточного поточного технічного обслуговування (очищення та заміни оптичних елементів освітлювальних приладів, перевірка параметри освітлення операційної);

нерациональне розміщення операційних у системах освітлення приміщень по відношенню до робочих місць (РМ), відсутність локального освітлення на РМ з високою освітленістю за категорією зорової роботи;

Відсутність автоматичного керування операційною системою під час тривалої роботи протягом дня в приміщеннях з потенційно високою часткою денного світла. Якщо значення питомої встановленої потужності  $R_{u, OS}$  зовнішнього освітлення перевищують  $11 \text{ Вт/м}^2$ , необхідно передбачити систему управління освітленням (СУО), що пропонує два рівні освітлення.

Отримана інформація подається за формою (табл. 3.1). Заповнення таблиці 3.1 здійснюється на підставі наданих документів і схем, перевірки операційної системи та приміщення. При цьому питома встановлена потужність ОС розраховується з урахуванням відповідності нормативів освітлення в приміщенні згідно СНиП 23-05-95 встановленої потужності системи оперативного освітлення [14].

Таблиця 3.1

Технічний стан систем освітлення

Об'єкт (будівля, кімната)	Вид зорової роботи, стандартизоване освітлення згідно СНиП 23-05-95	Решітка, кВт	$S, \text{ м}^2$	% LN / RustLN, % / кВт	Руда, 100 лк Вт / м <sup>2</sup> - 100 лк	$\Delta Q, \text{ МВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$	Додаткові властивості операційної системи та кімнат
1	2	3	4-й	5	6-й	7-й	вісім

Примітка.  $R_{u, OS}$  - встановлена потужність ОС будівель, споруд, кВт /  $S$  - площа приміщення, будівлі, м<sup>2</sup>; % LN - відсоток ламп розжарювання в ОС; RustLN - встановлена потужність операційної з лампами розжарювання, кВт; Руда - 100 люкс питома встановлена потужність ОС знижена до освітленості 100 люкс, Вт / м<sup>2</sup> - 100 люкс;  $\Delta Q$  - це резерв енергозбереження при заміні LN високоефективними джерелами світла, наприклад, LL. МВт · год / рік. Додаткові особливості операційної системи та приміщення: наявність систем автоматичного керування освітленням, режим роботи операційної системи, використання комбінованої системи освітлення (загального та місцевого)

залежно від виду візуальної роботи, технічного стану освітлення, обладнання, його фізичний знос,

Оцінка потенціалу енергоефективності в ОС базується на формулі [10]:

$$\Delta Q = T(\alpha_1 \cdot P_{л1} \cdot p_1 \cdot N_1 - \alpha_2 \cdot P_{л2} \cdot p_2 \cdot N_2), \quad (3.1)$$

де,  $\Delta Q$  - Можлива економія енергії при переході з першого варіанту установки на другий, кВт\*год/ рік;

$T$  - кількість годин горіння лампи, год;

$\alpha$  - Коефіцієнт втрат у баласті, відн. одиниці;

$P_{л}$  - потужність лампи, кВт;

$p$  - кількість ламп у світильнику, шт.;

$N$  - кількість світильників.

Дані таблиці 3.2 можна рекомендувати для оцінки потенціалу енергозбереження на основі результатів швидкого опитування. [чотирнадцять].

Таблиця 3.2 – Потенційна економія енергії при вдосконаленні систем опромінення

інцидент	Економити енергію, %
Перехід від ламп DRL і MGL до ламп NLVD	50
Підвищення стабільності властивостей ламп (зниження коефіцієнта надійності операційного підсилювача).	20-30
Зменшення втрат енергії в апараті керування:	
Використання електромагнітних баластів з низькими втратами для газорозрядних ламп	30-40
Використання електронних баластів.	70
Використання випромінювачів з ефективним ФСС і високим ККД.	15-20
Використання оптимально сконструйованого освітлювального обладнання з підвищеною ефективністю роботи (зниження коефіцієнта безпеки на 0,2-0,3).	25-45
Використання інтелектуальних цифрових контурів управління в енергоефективному дизайні в залежності від часу роботи протягом дня.	40-70

# НУБІП України

## 3.1.2 Методика проведення поглибленого енергетичного обстеження

Методологія поглибленого енергетичного обстеження складається з трьох етапів:

Перший крок Енергетичне обстеження є підготовчим до впровадження ЕО рівнів 2 і 3 і має на меті збір інформації про об'єкт, що обстежується (тип будівель і приміщень, їх властивості, тип електроосвітлювальних та опромінювальних мереж, властивості та параметри операційної системи та на основі за наданими документами, бесіди з керівниками та перевірки);

друга фаза Метою енергетичного обстеження є отримання детальної інформації щодо ефективності використання енергоефективності в ОС за допомогою інструментального обстеження; Дані другого етапу повинні дозволити визначити відповідність споживання енергії в системах освітлення та опромінення офіційним вимогам, розрахувати потенціал енергозбереження в операційній системі підприємства, основу для розробки енергозберігаючих заходів у операційної системи компанії, щодо ефективності використання відновлюваних джерел енергії для аналізу для цілей освітлення (опромінення) та проведення техніко-економічного обґрунтування заходів з енергозбереження в операційній системі.

третій розділ Енергообстеження передбачає обробку та аналіз інформації з документів та інструментальних перевірок для розробки техніко-економічного обґрунтування та інженерних рішень, що становлять основу комплексної програми впровадження енергозбереження в системах освітлення та опромінення підприємства. Фактично третій етап ЕО – це розробка програми організаційно-технічних рішень та рекомендацій щодо енергозбереження в операційній системі компанії.

# НУБІП України

## 3.2 Варіанти економії енергії під час опромінення

Оскільки системи опромінення подібні до освітлювальних систем, то енергозберігаючі методи в них значною мірою відповідають таким у систем освітлення [10].

Можна стверджувати, що економія енергії може бути досягнута в системах опромінення:

1. При використанні ламп, спектральний склад випромінювання яких відповідає спектральній чутливості рослин. Наприклад, допустиме співвідношення в діапазоні ФАР синього (400-500 нм), зеленого (500-600 нм) і червоного (600-700 нм) випромінювання для огірків становить 20:40: 40%, а для томатів - 20 :15 : 65% [одинадцять]. У цьому випадку особливе значення слід надати «червоному» компоненту; У огірках, наприклад, збільшення вмісту червоного більше ніж на 40% може призвести до загибелі рослин.

2. При використанні точкових світильників з високою енергоефективністю, ФА. Натрієві лампи високого тиску та MGL мають найвищу ефективність PAR, збільшений термін служби, сприятливий спектр, що пропонує їм розширений спектр застосування у фотокультурі рослин. ККД ФАР натрієвих ламп досягає ~ (25-35)% [11]. Завдяки цьому параметру, а також тривалому середньому часу горіння НЛВ часто використовуються в теплицях, переважно в період недостатнього сонячного (природного) опромінення. Основним недоліком натрієвих ламп є низьке випромінювання в синій частині спектру, яке не перевищує 9%.

3. При використанні точкових світильників (лампи з високою ефективністю та кривими світлорозподілу) створення найсприятливіших умов (рівномірність розподілу світлового потоку) для росту рослин.

4. При раціональному розміщенні випромінювачів, з метою забезпечення мінімальних втрат потоку випромінювання.

5. Компенсація реактивної потужності (оскільки коефіцієнт потужності індуктивних баластів не перевищує 0,5, струмове навантаження на групову та живильну мережі подвоюється).

6. При використанні приладів для автоматичного контролю та регулювання потоку випромінювання від ламп в залежності від багатьох факторів, що впливають на вегетативні процеси рослин.

Останній фактор має найбільшу перспективу підвищення ефективності систем опромінення.

Енергетичні властивості ламп, які використовуються для селекції рослин, є основою для вибору випромінювачів, які забезпечують мінімальне споживання енергії, яке задовольнить нормальний ріст рослин. До енергетичних параметрів

відносяться: світловий потік  $\Phi_v$ , фітопотік і потік фотоактивного

випромінювання (ФАР)  $\Phi_e$ , а також відповідні віддачі енергії - світловіддача  $B_v$

$= \Phi_v / P$ , фітоефективність  $B_f = \Phi_f / P$  і потужність ФАР  $= \Phi_e / P$ , де  $P$  -

потужність лампи, Вт [12].

Для аналізу ефективності та систематизації ламп для вирощування рослин

фахівцям потрібні дані про радіаційну поведінку люмінесцентних ламп високого

тиску, низького тиску (ЛЛ), металогалогенних ламп (МГЛ) та натрієвих ламп

високого тиску (ХЛС), які зараз використовуються в теплицях і в

багатоповерхових стелажних системах широко використовуються для

прискороеного розведення рослин. ... На даний момент знято з виробництва деякі

джерела оптичного випромінювання (наприклад, ENT 1000, DRF 1000 з Na, Ti,

In-Iodiden, DRV 750, LF 40-2, LFR 150 та інші), в той же час нові освітлювальні

лампи з'явилася для безпосередньої заміни лампа ДРЛФ-400 в лампу ОУ-400

(ДНаЗ-350, Рефлакс).

Зазвичай для порівняння та аналізу селекційних ламп спектральні

властивості показують у вигляді залежності ефективності лампи від довжини

хвилі  $\lambda$  - відношення спектральної щільності потоку випромінювання  $S(\lambda)$  у

спектральному діапазоні  $\Delta\lambda = 290 - 1400$  нм до електричної потужності  $R_l$ , яку

споживає лампа. Щоб спростити порівняльну оцінку ефективності різних

джерел оптичного випромінювання, було запропоновано покласти аналіз

відносного спектрального розподілу на моделі, в якій кожне

випромінювання з безперервним або лінійним спектром обмежене

фазованою площею решітки і виявляється бути складним, що складається з трьох квазімонохроматичних випромінювань, що відповідають кількості спектральних ділянок фазованої решітки, в якій вони сфокусовані,

для  $\Delta\lambda_1 = 380-500$  нм  $S_{rel1} = 30\%$ ;

для  $\Delta\lambda_2 = 500-600$  нм,  $S_{rel2} = 50\%$ ;

для  $\Delta\lambda_3 = 600 - 720$  нм  $S_{rel3} = 20\%$ .

Оцінка спектральних властивостей джерел оптичного випромінювання на основі процентного розподілу в спектральних ділянках фазованої решітки

використовується за кордоном і не є новою вимогою, але поки що не має

широкого поширення в офіційній і технічній документації в нашій країні,

очевидно через відсутність необхідних даних та стандартизованої методології для використання при розрахунках рейтингів.

У тепличних техніків часто виникають труднощі з перетворенням різних

вимірювань освітлення (в люксах) в освітленість PAR (у Вт / м<sup>2</sup>), оскільки ці

показники залежать від спектрального складу використовуваних джерел оптичного випромінювання та вимагають різних коефіцієнтів перетворення. За

кордоном використовуються такі коефіцієнти перерахунку з люксів до WFAR /

м<sup>2</sup>: для сонячного світла - 0,00402; для ДНАТ - 0,00245; для ламп розжарювання

- 0,00397; для IORLF - 0,00262; для MGJ - 0,00305 (12), який можна

рекомендувати агрономам нашої країни при використанні люксметра Ю-116.

Значення PAR Fe рекомендовані для порівняння енергії при переобладнанні або перепроєктуванні теплиць.

НУБІП України

НУБІП України

### 3.3 Особливості роботи апарату управління опромінюючими установками

Необхідно враховувати ефективність системи опромінення з урахуванням властивостей діючих пристроїв (ПРА). Активні втрати в стандартних електромагнітних баластах можуть досягати 25% потужності, споживаної операційним підсилювачем, втрати в високочастотних електронних баластах (електронних баластах) не перевищують 10% [14].

Економічно доцільно використовувати стандартні електромагнітні баласты у відносно недорогих ліхтарях в операційних підсилювачах з коротким щорічним часом роботи. Для ОС з річним напрацюванням понад 2000 годин, оснащених відносно дорогими лампами, переважно з дзеркальними оптичними елементами, економічно доцільно використовувати електромагнітні баласты з малими втратами та електронні баласты. Використання ЕПРА ефективно в ОС з автоматичними системами керування освітленням.

Потенціал енергозбереження при встановленні енергоефективного апарату управління визначається за формулою [14]:

$$Q_r = \sum_{i=1}^n Q_{r_i} \cdot \left( \frac{1 - K_{\text{праі}}^n}{K_{\text{праі}}} \right), \quad (3.2)$$

Де  $Q_r$  - Потенціал енергозбереження при заміні баластів (кВт·год/рік);

$Q_{r_i}$  - Енергозбереження пристрою (кВт·год/рік);

$K_{\text{праі}}^n$  - Коефіцієнт втрат у вбудованих баластах;

$K_{\text{праі}}$  - Коефіцієнт втрат у баластах існуючих світильників системи освітлення і-го приміщення.

Простий розрахунок показує, що при заміні звичайної лампи розжарювання ( $P = 100$  Вт), світловий потік якої становить 1380 лм, на люмінесцентну лампу (з дроселем) -18 Вт + 3 Вт, віднесена до дроселя - світловий потік 1150 лм - Економиться приблизно 75 Вт... Якщо ми візьмемо люмінесцентну лампу з електронним баластом, то для отримання такого ж світлового потоку достатньо подати 15 Вт, а це економить 85 Вт електроенергії.



Крім того, слід додати, що термін служби звичайної лампи розжарювання становить 1000 годин (у реальних умовах нашої нестабільної електромережі термін служби значно менше), а люмінесцентної лампи з дроселем – 10 тис. годин. Якщо ви використовуєте люмінесцентну лампу з електронними баластами,

Це досягається за допомогою ряду заходів, що вживаються електронними баластами (запуск на нагрітих катодах, зниження навантаження на катода, стабілізація струму лампи тощо). Також слід зазначити, що є можливість регулювання фітопоту емітера; здатність запалювати лампи при низьких температурах.

Для запалювання газорозрядних ламп потрібен імпульс напруги порядку кількох сотень вольт, а робочий струм лампи має бути обмежений кількома сотнями міліампер для стабілізації процесу горіння. У звичайних баластах обидві функції виконує індуктивний реактивний опір (дросель) у комплекті зі стартером.

Електронний баласт запалює лампу швидко і «не моргаючи»; Втрати в електронних баластах більш ніж у 2 рази нижчі, ніж у звичайних дроселях в електромагнітних баластах [10]. Електронний баласт містить кілька функціональних блоків, які показані на рисунку 3.1.

Напруга мережі 220 В частотою 50 Гц перетворюється в постійну напругу 325 В випрямлячем 1 зі згладжуючим конденсатором. Високочастотний генератор, підключений до двох транзисторів 2, перетворює цю постійну напругу в змінну (з прямокутною формою сигналу) з частотою більше 40 кГц. Напруга з виходу перетворювача через підсилювач потужності 3 подається на лампу 4, яка включається через дросель 5 як у звичайних схемах стартер-дросель. Висока частота, індуктивність дроселя і його розміри дуже малі, порівняно зі звичайними баластами. Замість пускача зазвичай паралельно лампі підключають конденсатор 6, а дросель 5 і конденсатор 6 утворюють послідовний резонансний контур

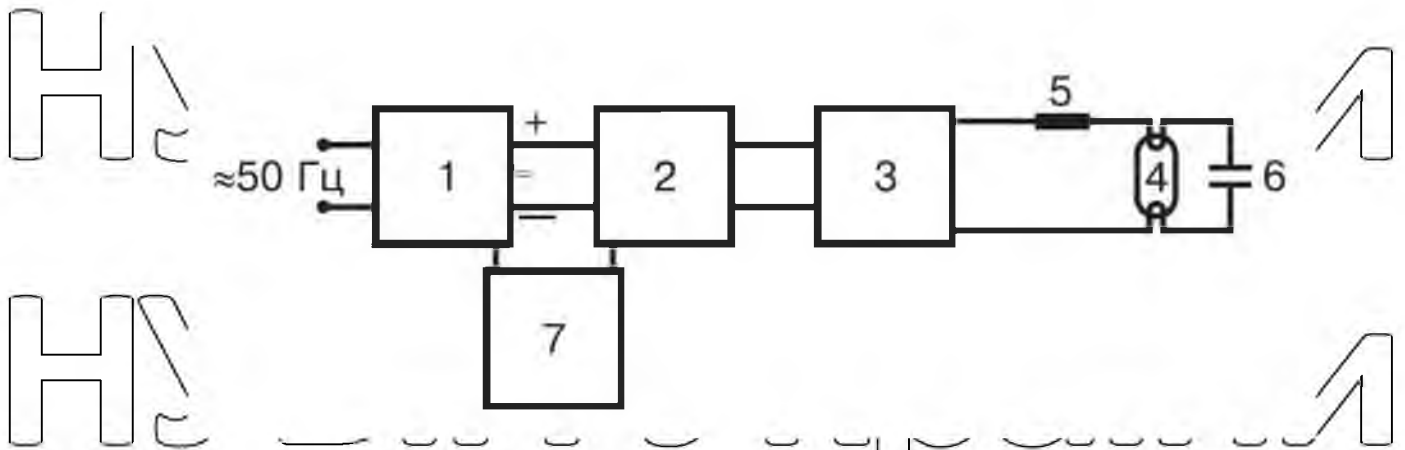


рис. 3.1. Блок-схема електронного баласту: 1 - випрямляч; 2 - інвертор; 3 - підсилювач потужності; 4 - лампа; 5 - дросель; 6 - конденсатор; 7- блок управління.

Електронний блок управління 7 виконує кілька функцій: стабілізує струм лампи при коливаннях напруги в мережі; коригує коефіцієнт потужності; регулює освітленість і фітострум ламп шляхом зміни частоти напруги перетворювача 2 (рисунок 3.1).

Щоб домогтися процесу запалювання лампи, до неї необхідно подати досить високу напругу, як зазначено вище, а для забезпечення прийнятеного терміну служби електроди лампи перед запалюванням розряду необхідно нагріти до температури електронної емісії. У високочастотному режимі роботи баластного контуру задані умови займання забезпечується послідовно з електродами коливальним контуром. Режим коливань цього контуру контролюється так званим «холодним» провідником. Подавлюючий низькочастотний фільтр на вході схеми запобігає впливу високочастотного генератора на мережу (вищі гармоніки струму проникають в сердечники мережі).

Таблиця 3.3 - Робота ЕПРА для лампи ДНаТ-250 в різних режимах

Режим повної потужності

Напруга мережі У, В	споживання енергії ІК, В	Напруга лампи Ух, В	Струм лампи Іх, А	споживання енергії ІС, А	Ефективність η	Коефіцієнт потужності
220	372	102	2,55	1,27	0,96	0,98
250	266	102	2,55	1,1	0,97	0,97
190	279	102	2,55	1,50	0,93	0,98
Режим зниженої потужності						
220	109	71,5	1,41	0,52	0,93	0,96

Електронні баласты характеризуються зниженням енергоспоживання при постійному світловому потоці за рахунок менших витрат на 50-55% порівняно з електромагнітними баластами, додатковою економією енергії за рахунок можливості регулювати світловий потік лампи (перехід на нижчу потужність), зниженням витрати через більший термін служби лампи. Як видно з даних таблиці 3.3, коефіцієнт потужності має високе значення для всіх можливих режимів в діапазоні напруг  $220 \text{ В} \pm 15\%$  [14].

Нині розробляється та виготовляється ряд електронних баластів. Втчизняні електронні баласты не тільки не поступаються імпортованим аналогам, але й мають ряд переваг, безсумнівно, їх значно нижча вартість, а також адаптованість до наших ламп - електронний баласт конструктивно виконаний в розмірі дроселя, що робить дросель легким. можна замінити на електронний баласт ...

Однією з останніх розробок в побуті є електронні баласты для натрієвих ламп високого тиску (або ДХО), з високою потужністю 250 Вт, 400 Вт. Цей електронний баласт не має аналогів у світі. Його функції включають:

високий коефіцієнт використання потужності;

Стабілізація постійної потужності лампи в діапазоні напруги від 189 В до 280 В;

відсутність мерехтіння;

більший термін служби лампи;

Економія енергії.

Наприклад, можна розглянути залежність потужності лампи від прикладеної до неї напруги. Стандартна лампа ДНаГ-400 з  $U_{sup} = 220$  В споживає 400 Вт, що відповідає номінальному режиму роботи. При падінні

напруги на 10% ( $U_{pit} = 198$  В) на лампі залишається лише 337 Вт, при зростанні напруги на 10% ( $U_{pit} = 242$  В) лампа споживає 465 Вт. Як бачимо, розповсюдження мережі лише змінює на 10% потужність лампи більш ніж на 15%, що призводить до сильного скорочення терміну служби лампи (табл. 3.4).

Електронний баласт також дозволяє продовжити термін служби лампи за рахунок обмеження пускового струму лампи. При використанні електронних баластів пусковий струм стабілізується на робочому рівні.

Таблиця 3.4 - Зменшення терміну служби джерел світла при підвищенні напруги

Підвищення напруги, %	Середній термін служби лампи, %	
	лампочки	Газорозрядні лампи
0	100	100
1	87.1	95
2	75.8	93
3	66.2	90
5	50.5	85
7-й	38.7	80
десять	28	73

Значної економії енергії опромінення можна досягти за рахунок максимального використання природного світла в поєднанні з автоматичним контролем штучного опромінення.

Енергозбереження при використанні систем автоматичного керування досягається за рахунок значного скорочення часу на використання систем

штучного опромінення, тобто за рахунок раціонального використання природного світла.

Раціональне використання рослиною енергії від штучних джерел світла досягається регулюванням освітлення в зоні рослин. В даний час для управління

освітленням в теплицях використовуються включення і вимкнення груп джерел,

зміна розташування точкових світильників і стійок з рослинами, перерозподіл світлового потоку за рахунок зміни фотометричних властивостей прожекторів і деякі інші. Недоліком більшості методів є поступове регулювання освітлення з

одночасним порушенням рівномірності освітлення та зміною фотометричних

властивостей світлового поля.

Останнім часом все більше і більше установок з MGL і NLVD використовуються в теплицях, які мають відносно високу продуктивність

пристрою і підвищену світловіддачу. У цьому випадку ступінчасте регулювання

шляхом вимкнення деяких ламп призводить до недопустимого погіршення

нерівності безступінчасте регулювання світлового потоку в цих лампах є

актуальним завданням. Він дозволяє зберегти основні відносні показники структури світлового поля теплиці: рівномірність, співвідношення

горизонтального і вертикального освітлення, градієнт освітлення по висоті

рослини тощо. На малюнку 3.2 показана блок-схема системи керування

освітленням (СУО).

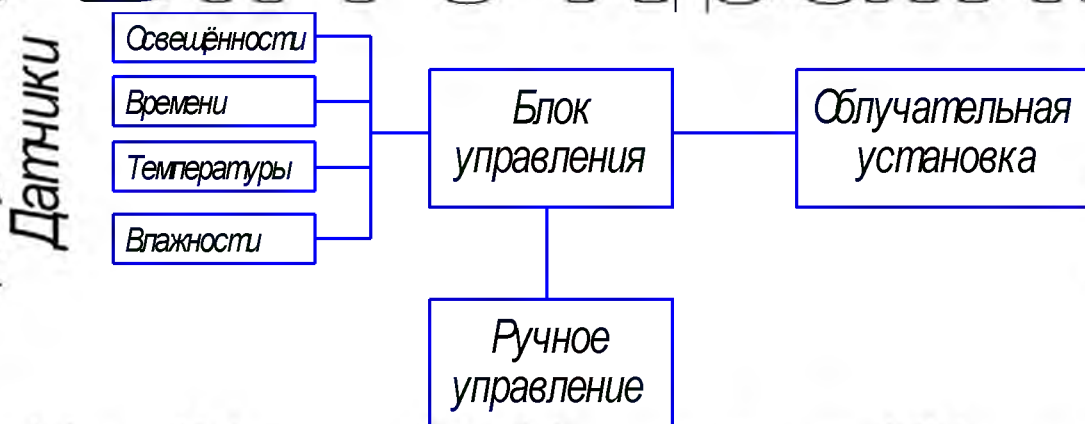


Рисунок 3.2 Структурна схема СУО

Для оцінки можливостей м'якого регулювання досліджено світлові та електричні параметри ламп ДНаТ-400 та ДРІ-2000, які широко використовуються в обігрівачах теплиць, із фазним регулюванням напруги за допомогою трифазного стабілізатора для сімисторів.

На рисунку 3.3 показано зміна освітлення  $E$ , потужності  $P$ , світлової ефективності  $\eta$  і струму ламп  $I$  ДНаТ-400 і ДРІ-2000 при регулюванні напруги симисторним регулятором.

Встановлено, що можливий діапазон зміни освітлення від лампи ДНаТ-400 становить 1:40, а від ламп ДРІ-2000 – 1:15. У цьому випадку світловіддача зменшується в 5 або 2,5 рази. Слід зазначити, що при зниженні синусоїдальної напруги до 0,9 номінальна світловіддача зменшується так само, як і при фазовому регулюванні [10].

З метою використання отриманих значень характеристик при розробці систем освітлення теплиць експериментальні залежності були оброблені на комп'ютері та представлені в аналітичному вигляді. Залежності освітленості  $E$ , потужності  $P$  і струму лампи  $I$  від відносної напруги лампи  $K_u = U / U_n$  зі зміною від 1 до 0,6 описуються такими виразами:

для ламп ДНаТ-400

$$E = E_n K_u^{7,48}, \quad (3.3)$$

$$P = P_n K_u^{4,6}, \quad (3.4)$$

$$I = I_n (1,68 K_u - 0,63), \quad (3.5)$$

для ламп ДРІ-2000

$$E = E_n K_u^{7,03}, \quad (3.6)$$

$$P = P_n K_u^{4,23}, \quad (3.7)$$

$$I = I_n (1,66 K_u - 0,66), \quad (3.8)$$

де,  $E$  - освітлення, люкс;

$E_n$  - номінальна освітленість, лк;

$P$  - потужність, Вт;

$P_n$  - номінальна потужність, Вт;

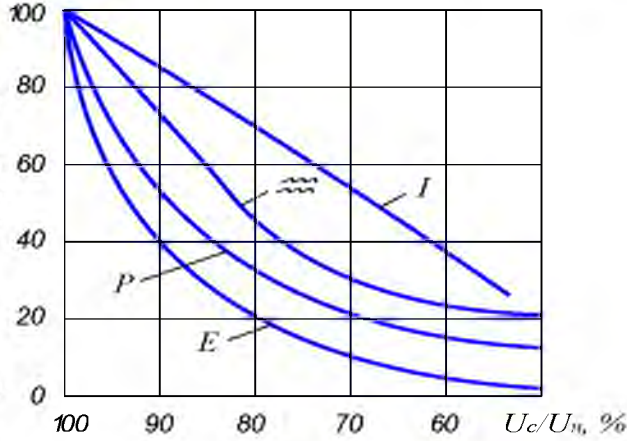
$I$  - струм, А,

# НУБІП України

$I_n$  - номінальний струм, А;

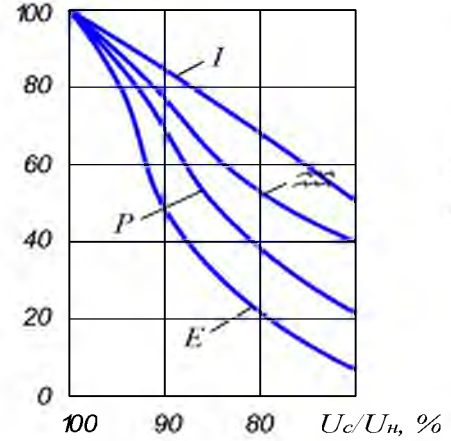
$K_u = U / U_n$  - відносна напруга на лампах, відн. одиниць

$E, P, \eta, \%$



а

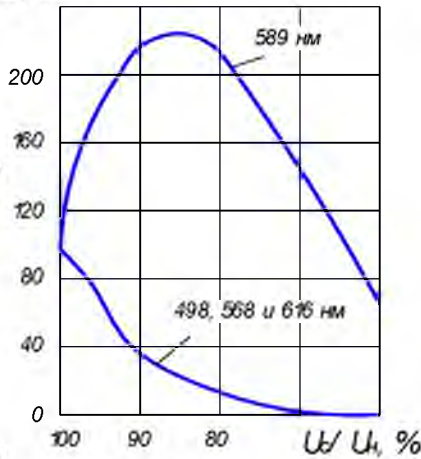
$E, P, \eta, \%$



б

Рисунок 3.3 Зміна освітлення  $E$ , потужності  $P$ , світлової ефективності  $\eta$  і струму  $I$  під час фазового регулювання, а - лампи ДНаТ-400, б - лампи ДРІ-2000

$L_p, \%$



$L_p, \%$

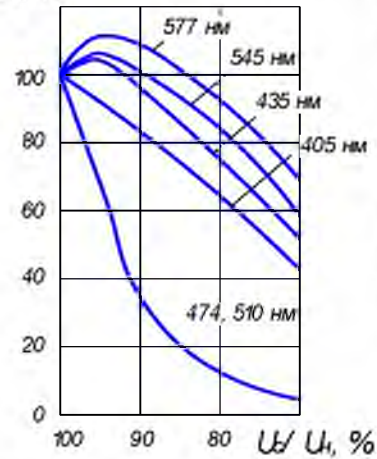


Рисунок 3.4 Зміна інтенсивності спектральних зрізів ламп а - лампи ДНаТ-400; б - лампи ДРІ-2000.

З наведених кривих випливає, що фазовий контроль дає змогу широко і рівномірно змінювати світловий потік газорозрядних ламп типів ДНаТ-400 і ДРІ-

2000. Можна припустити, що будуть подібні залежності для інших серій ламп DNaT і DRI, а також для ламп DRLF.

### 3.4 Системи контролю мікроклімату в теплицях

Сучасні технології вирощування овочів, розсади, квітів та зелених рослин вимагають постійного дотримання певних режимів мікроклімату в теплицях. Автоматизація систем контролю мікроклімату в захищених ґрунтах дозволяє заощадити 15-25% тепла при підвищенні врожайності, покращити умови праці персоналу та підвищити загальну культуру виробництва [12].

Сучасна зимова теплиця як об'єкт контролю температури та вологості характеризується незадовільною динамікою та нестабільністю параметрів, що зумовлена особливостями технології виробництва. При цьому агротехнічні норми передбачають високу точність температурної стабілізації ( $\pm 1$  градус), своєчасна зміна якої відбувається залежно від рівня фотосинтетичного активного опромінення, фази розвитку рослин і часу доби. Усі ці обставини висувають високі вимоги до функціональності та технічного вдосконалення пристроїв для автоматизації контролю мікроклімату в теплицях.

У промислових теплицях є багато централізованих систем контролю мікроклімату, які належать як вітчизняним, так і зарубіжним забудовникам. Функціонування систем управління базується на принципі ПІ управління, при якому система управління завжди прагне досягти стійкого стану шляхом впливу на приводи та вимірювання значень опору, але з урахуванням компенсації кумулятивної інтегральної похибки (І компонент) [23]... При великій кількості виконавчих систем контроль людини стає майже неможливим. З іншого боку, за допомогою САУ можна знизити експлуатаційні витрати теплиць. Найсучасніші та професійні системи керування характеризуються такими параметрами:

Контроль опалення, вентиляції, охолодження, вмісту  $\text{CO}_2$ , циркуляції повітря, додаткового освітлення, обробки рослин хімікатами в теплиці;



Контролюють екрани та затінення, зволоження повітря, систему очищення даху, палиник котла, зрошення, дезінфекцію дренажу та циркуляцію води в системі поливу, вимірюють погодні умови, температуру та вологість у теплиці.

Збір даних та побудова графіків здійснюються за допомогою персонального комп'ютера;

мають високий ступінь гнучкості та масштабованості. Можна використовувати в будь-якій теплиці в різних конфігураціях. Для кожного проекту складається індивідуальний набір апаратного та програмного забезпечення;

Мають високу надійність, в тому числі забезпечується системою резервного копіювання;

легкий монтаж та обслуговування;

контроль за всіма параметрами в теплиці може здійснюватися з робочого місця оператора, оснащеного персональним комп'ютером;

можливість організації кількох зайвих робочих місць, а також дистанційне керування теплицею через радіоканал або Інтернет.

Системи поділяються на первинні та вторинні.

Первинні системи:

Система опалення;

Система поливу (Дощування, крапельне зрошення);

Система вентиляції.

Вторинні системи:

Випарне охолодження та зволоження;

Ситова система;

Додаткове освітлення;

Годування вуглекислим газом;

Система циркуляції повітря.

**Система опалення**

Система опалення в теплиці повинна бути достатньо потужною, щоб гарантувати необхідну мінімальну температуру в теплиці, особливо при

надзвичайно низьких температурах. Система опалення забезпечує рівномірний розподіл тепла по всій території теплиці та контролює вологість повітря. Як правило, різні котли в сучасних теплицях сумісні з багатьма автоматизованими системами керування [23].

Існують різні системи опалення, такі як водяна, пара, опалення, електрика, газ, біоенергетика і т. д. Вибір системи опалення та обсяг залежить від кліматичної зони, культури, дизайну теплиці та наявності джерел енергії.

Водяне опалення є найпоширенішим видом опалення. Теплиці обігрівають водою, яка нагрівається до певної температури і циркулює по трубах. Оскільки користувач визначає мінімальне та максимальне значення температури води в трубах подачі, комп'ютер розраховує необхідну температуру в конкретному контурі опалення, щоб підтримувати температуру теплиці на певному рівні.

Трубопровід може розташовуватися як над, так і під системою. Найкраще розміщувати між рядками (у теплицях з колод), щоб рослини прогрівалися рівномірно. Такий спосіб прокладки трубопроводу одночасно запобігає проблемі збільшення вологості між рослинами. У регіонах з особливо низькими нічними температурами та холодними зимовими місяцями цю систему також доцільно обігрівати кількома трубами для обігріву рослин зверху, щоб уникнути

непотрібного переохолодження, перезволоження або ризику зараження сірою пліснявою. У сучасних теплицях в місцях з суворим кліматом використовуються три опалювальні контури: рейковий (або нижній) опалювальний контур, опалювальний контур в зоні зростання і верхній опалювальний контур. У місцях з підвищеним сніговим навантаженням,

у тепличному комплексі використовується одноконтурна система опалення – труби опалення розташовані вздовж бічних решіток. В ангарних теплицях неможливо розмістити трубопровід між дахами. Опалюється тепличний комплекс від власної газової котельні. У теплицях, крім труб опалення, встановлюють і водонагрівачі для підвищення температури, якщо вона опускається нижче допустимого значення. Обігрівачами можна керувати, як в

ручному, так і в автоматичному режимі. Для цього в теплицях встановлюють датчики температури.

# НУБІП УКРАЇНИ

## Система поливу

Зрошувальна система (або зрошувальна система) складається з зрошувального вузла і водопровідної мережі, розподіленої по всій теплиці, що складається з труб і шлангів з дощувальними або крапельницями, по яких вода подається до рослин. При необхідності поливну воду підігрівають до температури в теплиці. При поливному зрошенні водопровідна мережа розташовується над рослинами, а мережа крапельного зрошення лежить безпосередньо на землі або субстраті [23].

# НУБІП УКРАЇНИ

У теплиці вирощують рослини в дуже невеликих кількостях і використовують систему крапельного зрошення, яка, крім іншого, контролює водно-повітряний баланс у кореневій системі. Перезволоження субстрату призводить до нестачі кисню, що негативно позначається на кореневій системі рослини. Брак води має прямий негативний вплив на ріст і продуктивність. Ще одним завданням крапельного поливу є постачання води поживними речовинами. Необхідно постійно контролювати вміст солей ЕС (провідність) і рН (кислотність) живильного розчину. Підтримка правильного рН субстрату відіграє важливу роль у вкоріненні та забезпеченні рослини необхідною кількістю поживних речовин. Загалом, макроелементи (N, P, K, Ca, Mg, S) повільно всмоктуються при високих рівнях рН,

# НУБІП УКРАЇНИ

Система крапельного поливу складається з автоматичного розчину, труб і крапельниць різних типів.

# НУБІП УКРАЇНИ

Установка розчину використовується для отримання живильного розчину з певною концентрацією макро- і мікроелементів (ЕС) і з оптимальним значенням рН шляхом змішування двох або більше маточних розчинів і кислоти/основи з водою. Змішування з водою зазвичай відбувається в пропорції 1:100. Перемикачі в ступочній установці відбувається безперервно, оскільки розчин закачується в теплиці.

# НУБІП УКРАЇНИ

Система крапельного поливу складається з автоматичного розчину, труб і крапельниць різних типів.

# НУБІП УКРАЇНИ

Установка розчину використовується для отримання живильного розчину з певною концентрацією макро- і мікроелементів (ЕС) і з оптимальним значенням рН шляхом змішування двох або більше маточних розчинів і кислоти/основи з водою. Змішування з водою зазвичай відбувається в пропорції 1:100. Перемикачі в ступочній установці відбувається безперервно, оскільки розчин закачується в теплиці.

# НУБІП УКРАЇНИ

Установка розчину використовується для отримання живильного розчину з певною концентрацією макро- і мікроелементів (ЕС) і з оптимальним значенням рН шляхом змішування двох або більше маточних розчинів і кислоти/основи з водою. Змішування з водою зазвичай відбувається в пропорції 1:100. Перемикачі в ступочній установці відбувається безперервно, оскільки розчин закачується в теплиці.

Полив контролюється за програмою, встановленою на панелі керування мікрокомп'ютера. Це дає можливість гнучко програмувати кількість води та мінеральних добрив із розчинної установки і таким чином оптимально організувати збалансоване живлення рослин.

Розподільна мережа крапельного зрошення забезпечує рівномірний потік розчину до кожної рослини за допомогою комплексу труб і крапельниць. Подача розчину регулюється електромагнітними клапанами, керованими комп'ютером.

Гідропоніка є різновидом малооб'ємної технології. Основна відмінність гідропоніки від традиційної малооб'ємної технології вирощування – використання живильного розчину замість субстрату. У тепличному комплексі зелені (латук) вирощують методом проточної гідропоніки (рисунки 3.5).

Суть методу проточної гідропоніки полягає в наступному: горщики з рослинами поміщаються в пластикові канали 1 із закритим перерізом, які мають у верхній частині круглі отвори, розташовані на певному схилі. У горщиках є отвори з прорізами, щоб коренева система могла з'явитися. Пластикові желоби розміщуються на рухомих платформах UGS (Hydroponic Rack Installation) з ухилом. Поживний розчин по системі магістральних трубопроводів 4 і розподільних головок 5 проходить через калібровані отвори в пластикових каналах з рослинами і зливається в збірний жолоб 6, потім по жолобу потрапляє в збірний контейнер 2.

НУБ

НИ

НУБ

НИ

НУБ

НИ

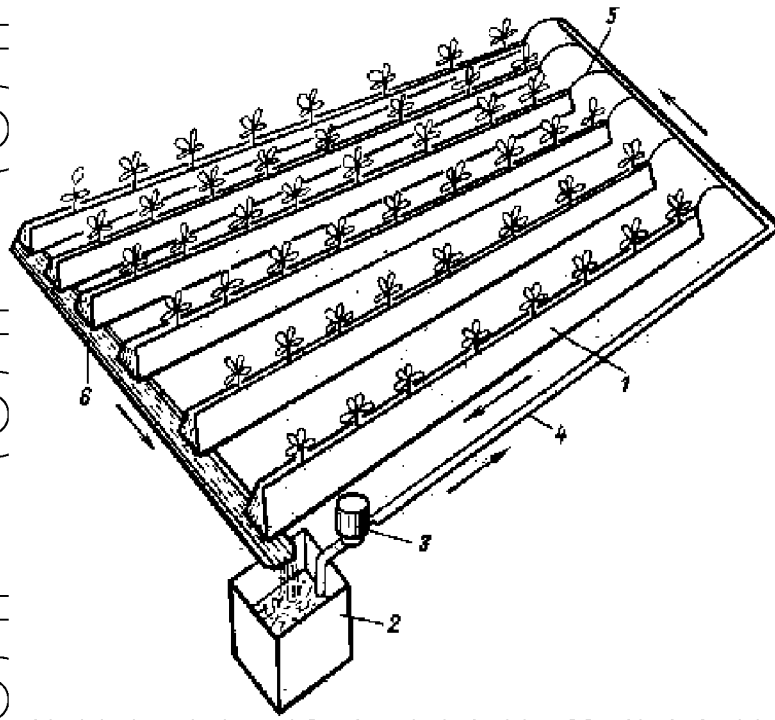


Рисунок 3.5 Схема установки малообъемного потока: 1 - пластиковые лотки; 2 - резервуар с питательным раствором, 3 - насос; 4 - магистральный трубопровод; 5 - трубки для подачи питательного раствора; 6 - дренажный канал.

Питательный раствор готовят путем добавления к циркулирующему раствору необходимых растворов минеральных удобрений и доведения значения рН до необходимого путем добавления кислоты. Эту работу выполняет автоматизированный многоконтурный агрегат. Майже всі етапи виробництва повністю автоматизовані, а це означає, що ручна праця може бути значно зменшена, що відповідно впливає на формування собівартості продукції.

### Система вентиляції

Вентиляційна система теплиць і сполучний прохід призначена для природної вентиляції зовнішнім повітрям через вентиляційні отвори у верхньому корпусі [12].

На всіх прельотах теплиці планується відкрити до 25% площі теплиці. Така площа вентиляційних отворів дає можливість забезпечити теплиці необхідною кількістю зовнішнього повітря для підтримки оптимальних температурних

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

параметрів під час надмірної сонячної радіації. Залежно від температури повітря, швидкості вітру та опадів необхідно регулювати кут відкриття вентиляційних отворів і площу вентиляційного отвору.

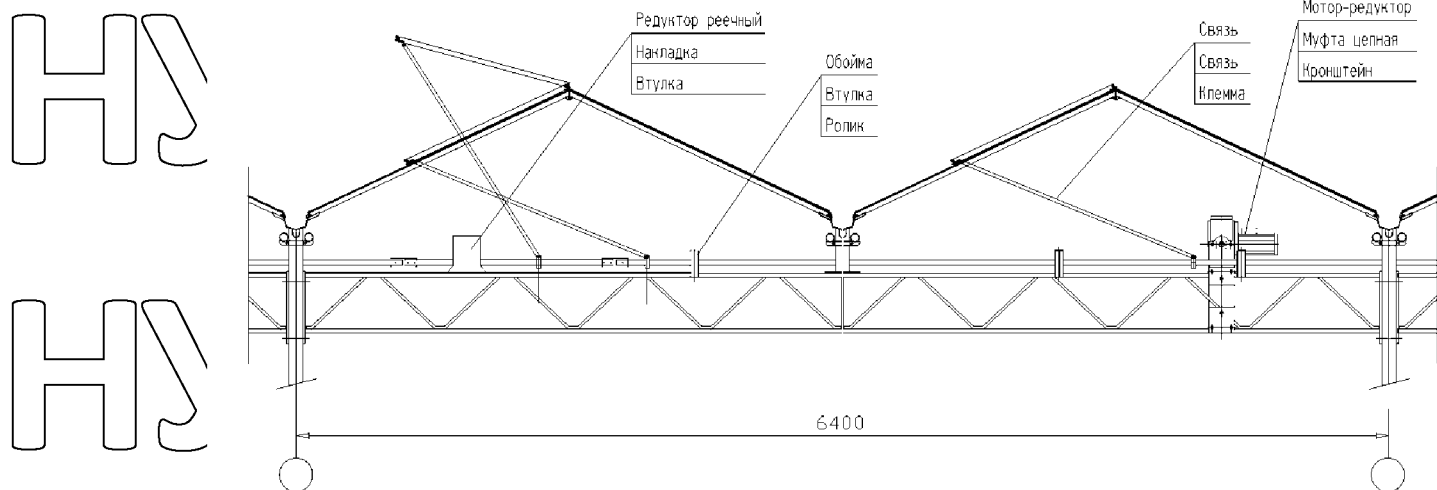


Рисунок 3.6 Система вентиляції

Конструкція механізму відкривання і закривання отворів теплиці, що приводиться в рух від мотор-редуктора, забезпечує їх одночасне піднімання або опускання по всій площі кожного тепличного відсіку (рисунок 3.6). Кожен механізм складається з зубчастих рейок, встановлених на верхньому поясі ферми в середній частині теплиці з рейками, брусами та роликівими опорами.

#### Випарна система охолодження

Охолодження перегрітим повітрям є необхідним елементом контролю мікроклімату в промислових теплицях влітку.

Передбачається, що система випарного охолодження штучно знижує температуру повітря в теплиці на 5-7 °С нижче зовнішньої за рахунок поглинання тепла від дрібної вологи, що подається в теплицю під час випаровування.

Температура листя і квітів влітку зазвичай на 2-7 °С вище температури повітря в теплицях [23]... Форсунки туману розпилюють воду до частинок діаметром менше 1000 мікрометрів, що не призводить до крапельної вологи на листках. Використання таких насадок дозволяє не тільки ефективно знизити температуру листя за рахунок випаровування вологи з їх поверхні, але й економить енергію, яку рослини витрачають на випаровування води для охолодження листя. Системи розпилення також можна використовувати для внесення добрив у навколишнє середовище шляхом введення поживних речовин безпосередньо в атмосферу. Через продири в листках рослини вбираються волога і поживні речовини.

Тепличний комплекс — ні Системи випарного охолодження

Система штор

Шторна система є однією з найважливіших складових сучасної теплиці, яка впливає на мікроклімат і забезпечує її ефективність. За допомогою штор можна регулювати освітлення, температуру, вологість, а також значно економити тепло[12]...

Система штор була розроблена для запобігання перегріву повітря в теплиці під час надмірного перебування на сонці через затінення та зменшення втрат тепла в теплиці в холодну пору року та створення більш рівномірного та сприятливого температурного поля для рослин.

Матеріал екрану переважно являє собою поліефірну тканину з плетеними смужками алюмінієвої фольги. Матеріал розрахований на тривалу експлуатацію, дозволяє багаторазово зміщувати і витягувати екран без пошкоджень, при цьому зсунутий екран має мінімальний розмір, що дає мінімум тіней.

Практично всі сучасні тепличні конструкції передбачають встановлення стандартних горизонтальних завісних систем. У той же час у старих ангарних теплицях, як у ТК Sputnik, установка екрану може бути складною або навіть неможливою.

Найчастіше централізоване управління штормою системою використовується єдиною системою автоматичного управління теплиці. Щоб підтримувати необхідну освітленість, температуру та вологість і економити тепло, комп'ютер обчислює необхідне положення екранів у кожному відсіку окремо на основі заздалегідь визначеної стратегії та зовнішніх факторів і надсилає команди відповідним мотор-редукторам.

Удобрювати вуглекислим газом

Передбачається, що система живлення вуглекислим газом збагачує внутрішній робочий простір теплиці вуглекислим газом, щоб стимулювати процес фотосинтезу та прискорювати вегетативний розвиток рослин.

Ця система особливо необхідна при вирощуванні фотокультури овочів взимку та при вирощуванні квітів цілий рік. Є три способи забезпечення теплиць CO<sub>2</sub>:

Використання вихлопних газів газової котельні;

Монтаж газогенераторів;

Подача CO<sub>2</sub> з мобільного «бака» або пляшок (для невеликих площ).

Хоча перший варіант є найбільш економним джерелом CO<sub>2</sub>, у ТЦ , за наявності власної газової котельні. Підживлення вуглекислим газом не використовується. У вихлопних газах газової котельні міститься до 10% чистого CO<sub>2</sub>[23]... В умовах осінньо-зимово-весняної фотокультури, яка триває до 18-19

годин на добу, добавка вуглекислого газу підвищує ефективність фотосинтезу за рахунок вироблення більшої кількості вуглеводів, ніж без добавок CO<sub>2</sub>. У цей час додаткове освітлення вентиляційних отворів зазвичай закривається, повітрообмін низький і кількість вуглекислого газу в повітрі значно зменшується, а ефективність фотосинтезу, що є основою продуктивності рослин, знижується. У весняний, літній та осінній період додаткова доза вуглекислого газу також сприяє підвищенню врожайності та якості продукції, навіть коли вентиляційні отвори відкриті.



# НУВБІП УКРАЇНИ

Система циркуляції повітря

Система циркуляції повітря в теплиці призначена для штучного перемішування, щоб більш рівномірно розподілити температурні поля в об'ємі конструкції, зменшити перегрів рослин, активізувати фізіологічні процеси в

# НУВБІП УКРАЇНИ

рослинах, усунути зони з підвищеною вологістю, особливо в природний час через вентиляцію вентиляційні отвори неможливі або неефективні.

Система циркуляції повітря складається з підвісних вентиляторів (~ 23 шт./1,5 га, 230 Вт, 1400 об/хв) [12]. Як правило, датчики температури та вологості

# НУВБІП УКРАЇНИ

знаходяться в різних місцях в одному відсіку і можуть показувати різні значення.

Якщо різниця між виміряними значеннями перевищує заданий рівень, вентилятори вмикаються. Вентилятори також можна регулювати в залежності від середньої температури та / або вологості.

# НУВБІП УКРАЇНИ

Культура світла (електричне освітлення)

При вирощуванні тепличних продуктів взимку використовується технологія додаткового освітлення. Світло є основним джерелом енергії для фотосинтезу. Зі збільшенням інтенсивності освітлення покращується якість

# НУВБІП УКРАЇНИ

продуктів, збільшується вміст вітамінів, зменшується кількість шкідливих для організму нітратів і нітритів і пропорційно зростає інтенсивність фотосинтезу. Загально визнано, що збільшення освітлення на 1% призводить до збільшення врожаю на 1% [23].

# НУВБІП УКРАЇНИ

Інтенсивність світла впливає на швидкість фотосинтезу. При низькій інтенсивності освітлення переважають дихальні процеси рослин (енергію для життя отримують від розпаду раніше синтезованих речовин). Інтенсивне світло допомагає координувати фотосинтез, ріст і розвиток рослин. У той же час сильне

# НУВБІП УКРАЇНИ

освітлення згубно впливає на зростання зелені, оскільки сповільнюється ріст листової поверхні, погіршується якість листя, вони жовтіють і стають жорсткими.

Система електроосвітлення складається з: ламп; Рефлектори; баласт; кабель, Пульти керування підключені до системи управління

Для розподілу вхідного світла по всій будівлі використовуються відбивачі. Крім того, розсіяне випромінювання, що утворюється під час відбиття, набагато ефективніше, ніж спрямоване світло.

Інтенсивність вертикального світла різко падає після того, як світло проходить через лист. Верхній аркуш отримує 100% світла, за ним 20%, третій аркуш лише 4%. Ще більш важливим є вичерпання спектрального складу світла.

У разі штучного освітлення джерела випромінювання доцільно розташовувати таким чином, щоб випромінювання падало на ценози під певними кутами.

Незважаючи на те, що технологія електричного освітлення відома давно, більшість «старих» теплиць в Україні тільки почали переходити на її широке використання.

У тепличному комплексі штучне освітлення використовується для вирощування розсади (у 5 теплицях) та в теплиці салату.

Електричне освітлення не має сенсу, якщо не вдається визначити температуру та значення CO<sub>2</sub>, які вимагає технологія. Відсутність CO<sub>2</sub> у поєднанні з використанням електричного освітлення може знизити врожайність до 40%.

Найважливішою і необхідною умовою для досягнення бажаного ефекту від використання всіх технологічних систем є кваліфіковане, оптимальне і послідовне управління пристроєм. Систематичний врахування всього комплексу технологічного контролю всіх процесів з їх взаємною координацією між собою, а також із зовнішньою метеорологічною обстановкою і котельні дозволяє повністю автоматизувати всі процеси управління і, завдяки оптимальним алгоритмам управління, підвищити продуктивність, ефективність роботи теплиці в цілому.

### 3.5 Розрахунок систем опромінення

### 3.5.1 Порядок розрахунку систем опромінення

У практиці проектування систем опромінення в рослинництві в даний час використовується дуже простий, але незадовільний метод, який базується на нормативах питомої електричної потужності джерел випромінювання у ватах на квадратний метр площі опромінення [5]. Значні похибки цього методу можна пояснити тим, що норматив питомої потужності джерел випромінювання, як єдиний критерій, не може визначити ступінь ефективності впливу системи опромінення на системи, оскільки від ефективності установки залежить на такі фактори для даної конкретної потужності:

спектральний склад випромінювання від використаних джерел;

ефективне повернення джерел;

Відстань між джерелами радіації та рослинами;

проект установки опромінення.

При розрахунку тепличних радіаторів необхідно враховувати наступні положення.

1. Велика різниця між кривими відносної спектральної чутливості рослин і ока людини виключає можливість використання в розрахунках світлових величин та їх одиниць вимірювання. Ефективний потік – це фітопотік, виміряний у футах (футах). 1 фут відповідає випромінюванню потужністю 1 Вт з довжиною хвилі 680 нм [1].

2. Існуюча система середньоквадратичних значень у застосуванні до детекторів оптичного випромінювання, таких як зелені рослини, не є загальноприйнятною.

3. Значна відмінність спектральних властивостей використовуваних джерел випромінювання не дозволяє оцінити ефективність того чи іншого з них за даними каталогу; потрібен спеціальний аналіз їх спектральних властивостей.

Освітленість, необхідна для нормального розвитку та формування рослин, вирощених у штучних умовах, при умовному вираженні в одиницях світлової системи кількості світла має становити не менше 6...8 тис. Лк [1]. Це в десять

разів або більше, ніж стандартизоване освітлення в звичайних системах освітлення.

Для створення такого високого рівня опромінення необхідна дуже висока питома встановлена потужність джерел випромінювання, що досягає 400 Вт / м<sup>2</sup> і більше. Такі високі встановлені потужності не зустрічаються в системах освітлення. Крім того, існують специфічні вимоги до систем опромінення та їх конструктивних особливостей, завдяки чому стає зрозуміло, що розроблені стандартні матеріали, встановлені методи розрахунку та проектування систем освітлення непридатні для проектування систем опромінення теплиць.

При проектуванні систем опромінення, в яких використовуються точкові та стандартні радіатори із симетричним розподілом потоку випромінювання в приміщенні, забезпечити рівномірний розподіл випромінювання по площі опромінення практично важко. У той же час видається можливим проектувати установки із заданим мінімальним опроміненням для заданого ступеня нерівномірності.

Розташування випромінювачів визначається типом просторового розподілу їх потоку випромінювання та основними розмірами опромінюваної площі.

Висота підвісу радіаторів  $h$  над рослинами залежить від типу джерела випромінювання і підбирається таким чином, щоб досягався певний рівень опромінення і при цьому не перегрівалися рослини (переважно в стаціонарних системах з точковими радіаторами  $h > 0,5$  м) [5].

Розрахунок рекомендується проводити з мінімальною освітленістю, а мінімальний коефіцієнт опромінення  $z$  (3.9) не повинен бути меншим 0,8

$$z = \frac{E_{\text{фmin}}}{E_{\text{фmax}}} \geq 0,8 \quad (3.9)$$

де,  $z$ - коефіцієнт мінімальної експозиції, відн. одиниці;

$E_{\text{фmin}}$  - мінімальне фітоопромінення, фот/м<sup>2</sup>;

$E_{\text{фmax}}$  - максимальне фітоопромінення, фот/м<sup>2</sup>.

Горизонтальне фітоопромінення точки від джерела визначається за формулою (3.10), сумарне опромінення точки дорівнює сумі опромінення від усіх сусідніх джерел [5].

$$E_{\phi} = \frac{I_{\alpha} \cdot \cos^3 \alpha \cdot k_{\phi}}{h^2}, \quad (3.10)$$

де,  $E_{\phi}$  - горизонтальне фітоопромінення, фут/м<sup>2</sup>;

$I_{\alpha}$  - сила світла випромінювача в напрямку розрахункової точки, Кд;

$\alpha$  - кут між вертикаллю, опущеною від точки, в якій розташований живильник, і лінією, що з'єднує проектну точку з живильником, градуссах;

$k_{\phi}$  - Коефіцієнт перетворення світлового потоку джерела у фітопотік, фут/лм;

$h$  - розрахунковий рівень суспензії корму, м.

Використовуючи криву просторового розподілу потоку випромінювання передбачуваного типу випромінювача, будують криву розподілу генерованого ним опромінення як функцію відстані  $r$  при  $h = \text{const}$ . Ця крива використовується для розрахунку фітоопромінення в характерних точках на плані ділянки, де опромінення може бути найнижчим. Максимальна відстань  $L$  між подачами вибирається таким чином, щоб умова (9) виконувалася в характерних точках.

### 3.5.2 Вихідні дані для розрахунку

Для вирощування розсади огірків і томатів тепличний комплекс використовує п'ять розсадних теплиць, кожна площею 1000 м<sup>2</sup>. Для опромінення розсади використовуються опромінювачі типу OT-400 з лампами ДРЛФ-400.

Проведено порівняльний розрахунок випромінювачів для визначення найбільш економічного варіанту заміни застарілих випромінювачів OT-400.

Можливість безпосередньої заміни ламп ДРЛФ-400 на енергоефективні лампи ДНаЗ-350 в випромінювачах OT-400 не враховується через фізичний знос на них.

Вибрані для порівняльного розрахунку параметри, випромінювачі та джерела оптичного випромінювання наведені в таблицях 3.5 та 3.6.

Стандартизована освітленість для розсади огірків і томатів  $E_{min} = 8 \text{ фт/м}^2$

[3].

# НУБІП УКРАЇНИ

Таблиця 3.5 - Властивості порівнюваних радіаторів

Прізвище	ЖСП 64-400-001Т	ЖСП 64-400-001П	ЖСП 64-600-001Т	ЖСП 64-600-001П
Тип лампи	ДНКТ 400	ДНАЗ 400	ДНКТ 600	ДНАЗ 600
Базовий тип	E40	E40	E40	E40
Номинальна потужність, Вт	400	400	600	600
Номинальна напруга мережі, В	180-254 / 50-60	180-254 / 50-60	180-254 / 50-60	180-254 / 50-60
cos	0,96	0,96	0,96	0,96
Робочий струм (при напрузі 220В), А	2,48	2,48	3,62	3,62
Імпульсний струм при включенні А	70	70	70	70
Тривалість імпульсного струму при включенні, мс.	0,5	0,5	2	2
Тип баласту	Електронний баласт	Електронний баласт	Електронний баласт	Електронний баласт
Вага (без лампи), кг	2,2	2,1	2,6	2,5
Охорона апаратної кімнати	IP65	IP65	IP65	IP65
Тип КСС	Л.	NS	Л.	NS
Ціна, грн	2370	2200	2880	2690

Таблиця 3.6 - Властивості джерел випромінювання

параметр	Тип джерела ОД			
	ДНАЗ-С-400 рефлюкс	ДНКТ-400	Рефлюкс ДНКЗ-600	OSRAM NAV PLANTASTAR 600
П, В	400	400	600	600
У на лампі, В	100	120	110	120
Струм лампи **, А при 220 В.	4.6	4.6	6.0	6.0
Тривалість життя, год	15000	15000	15000	16000

базис	EX40	E40	EX40	E40
$S_{\text{отн1}} \%$	вісім	дев'ять	вісім	дев'ять
$S_{\text{отн2}} \%$	63	64	65	56
$S_{\text{отн3}} \%$	29	27	27	35
$\Phi_v, \text{klm}$	53	50	81	82
$F_e, \text{W ФАР}$	105	113	180	212
$F_{\text{ф}} \text{ фугів}$	62	62	99	126
$e, \%$	26 числа	28	тридцять	35
$m_{\text{ел}}, \%$	чотирнадцять	15,5	16,5	21
Ціна, грн	670	400	1100	1180

Примітка:  $S_{\text{rel i}}$  - усереднена відносна енергія випромінювання;  $\Phi_v$  - світловий потік;  $F_e$  - променистий потік;  $F_{\text{ф}}$  - фітопотік; Основа EX - спеціально обертається.

На малюнку 3.7 показаний план теплиці.

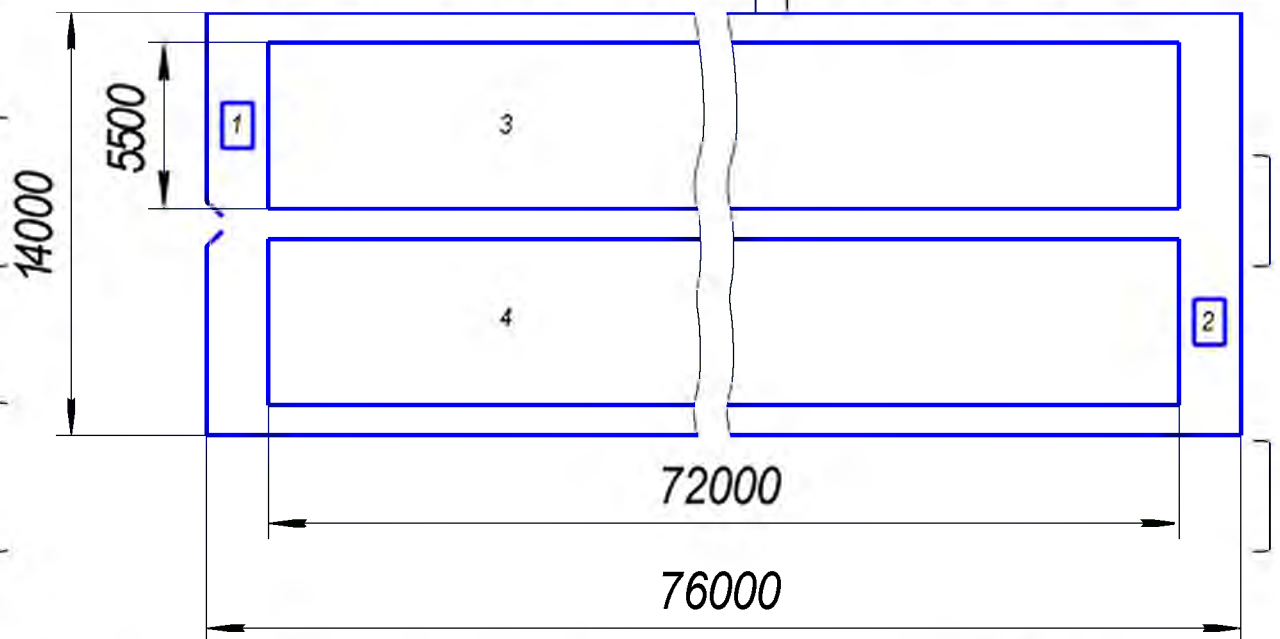


Рисунок 3.7 План теплиці: 1, 2 - повітрянагрівач; 3, 4 - рядка.

### 3.5.3 Розрахунок радіатора ЖСП 64-400-001P з зворотного лампою ДНАЗ-С-400

Для лампи ЖСП 64-400-001P беремо висоту підвісу  $h = 1,45$  м. Щоб показати залежність фітоопромінення від відстані  $r$ , використовуємо криву розподілу інтенсивності світла (БСІ) рефлексу ДНАЗ-С-400 лампа (рисунок 3.8)

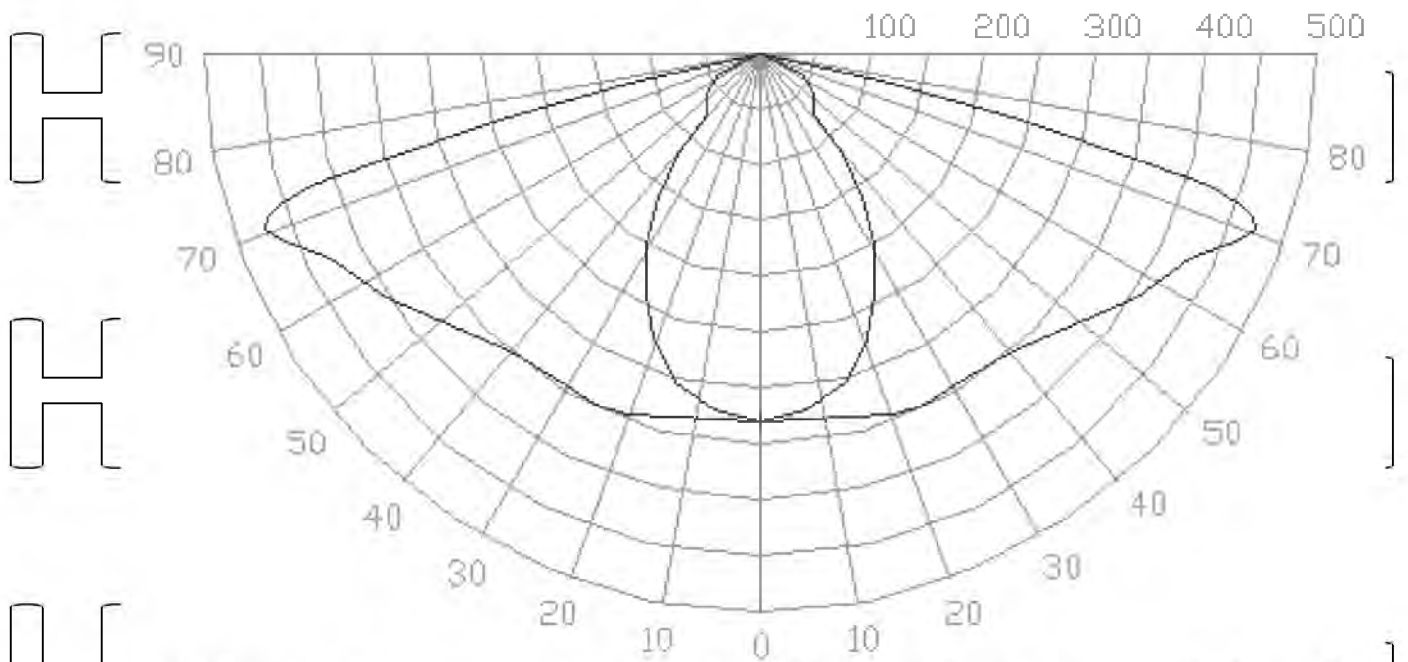


Рисунок 3.8 Лампа KSS ДНАЗ-С-400 рефлектор (кд / 1000 лм)

Тому послідовно коригуємо значення відстані  $r$  по радіусу від проекції лампи на спромінену площину. Кут  $\alpha$  (рисунк 3.9) між віссю подачі і напрямком на точку визначається за формулою [2].

$$\alpha = \arctg(r/h), \quad (3.11)$$

де,  $\alpha$  - кут між вертикаллю, опущеною від точки, в якій розташований живильник, і лінією, що з'єднує проектну точку з живильником, градусах;

$r$  - Відстань від проекції лампи на опромінювану площину до контрольної точки, м;

$h$  - розрахунковий рівень суспензії корму, м.



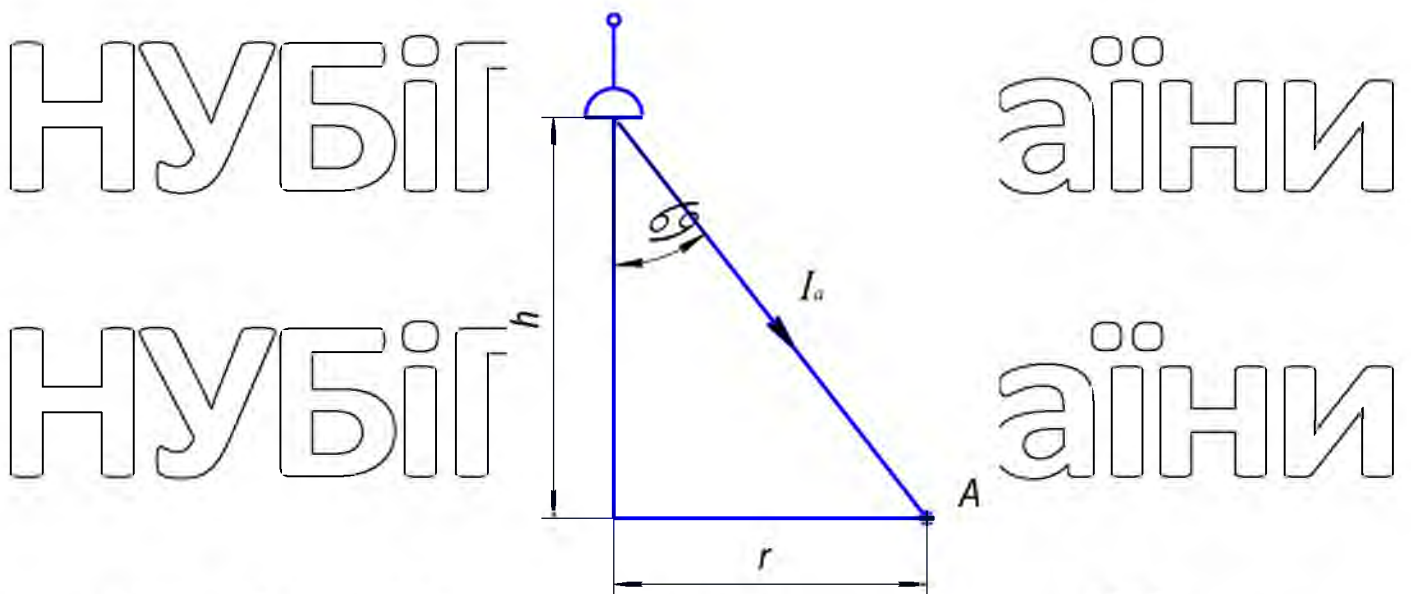


Рисунок 3.9 Для розрахунку опромінення в контрольній точці

Використовуючи кут  $\alpha$  від кривої світлорозподілу лампи DNaZ super / Reflux S/400-2, знаходимо інтенсивність світла  $I_e$  у відносних одиницях. Розраховуємо інтенсивність світла у відносних одиницях за формулою [5] в названих одиницях:

$$I = \frac{I_{oc} \cdot \Phi_a}{1000} \quad (3.12)$$

де,  $I$ - сила світла, Кд;

$I_{oc}$ - сила світла, відн. одиниці;

$\Phi_a$ - світловий потік лампи, лм.

Коефіцієнт перерахунку світлового потоку джерела випромінювання у фітостріму заснований на формулі [5].

$$K_{\phi} = \frac{\Phi_{\phi}}{\Phi_{\nu}} \quad (3.13)$$

де,  $K_{\phi}$ - Коефіцієнт перетворення світлового потоку джерела у фітопотік,

Фут/лм;

$\Phi_{\phi}$ - фотосинтектичний потік, Фут;

$\Phi_{\nu}$ - світловий потік, лм.

Потім розраховуємо опромінення в потрібній точці за формулою (3.10).

Результати розрахунку зведені в таблицю 3.7.

Таблиця 3.7

$r$ , м	$ч$ , м	$\alpha$ , гр.д	$I_{oe}$	$k_f$	$\gamma$ , cd	$E_f$ , фут/м <sup>2</sup>
0	1.45	0	330	0,00117	17490	9.73
0.1	1.45	3.9	328	0,00117	17384	9.61
0.2	1.45	7.9	327	0,00117	17331	9.38
0.3	1.45	11.7	330	0,00117	17490	9.14
0.4	1.45	15.4	335	0,00117	17755	8.85
0.5	1.45	19.0	345	0,00117	18285	8.60
0.6	1.45	22.5	348	0,00117	18444	8.10
0.7	1.45	25.8	350	0,00117	18550	7.54
0.8	1.45	28.9	346	0,00117	18338	6.85
0.9	1.45	31.8	347	0,00117	18391	6.28
1	1.45	34.6	350	0,00117	18550	5.76
1.1	1.45	37.2	352	0,00117	18656	5.25
1.2	1.45	39.6	354	0,00117	18762	4.77
1.3	1.45	41.9	360	0,00117	19080	4.38
1.4	1.45	44.0	365	0,00117	19345	4.01
1.5	1.45	46.0	370	0,00117	19647	3.66
1.6	1.45	47.8	375	0,00117	19875	3.35
1.7	1.45	49.5	378	0,00117	20034	3.05
1.8	1.45	51.1	380	0,00117	20140	2.77
1.9	1.45	52.7	385	0,00117	20405	2.54
2	1.45	54.1	392	0,00117	20776	2.34
2.1	1.45	55.4	400	0,00117	21200	2.16
2.2	1.45	56.6	405	0,00117	21465	1.99
2.3	1.45	57.8	420	0,00117	22260	1.88

Відповідно до таблиці 3.6 формуємо залежність  $E_f = f(\gamma)$  (рисунк 3.10).

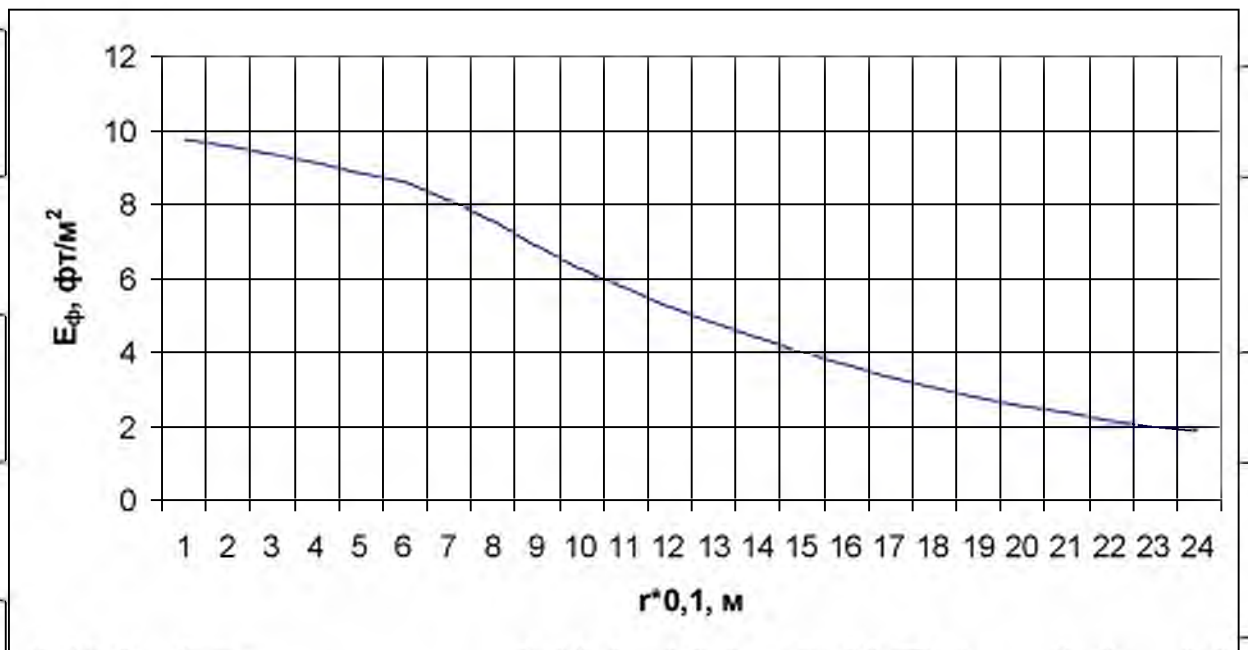


Рисунок 3.10 Діаграма розподілу опромінення випромінювача ЗСП 64-400-001Р із зворотною лампою ДНа3-С-400

На плані лжка розміщуємо радіатори приблизно по верхній частині квадратів (рисунок 3.11) так, щоб  $L1 = L2, L3 = L4$  [2].

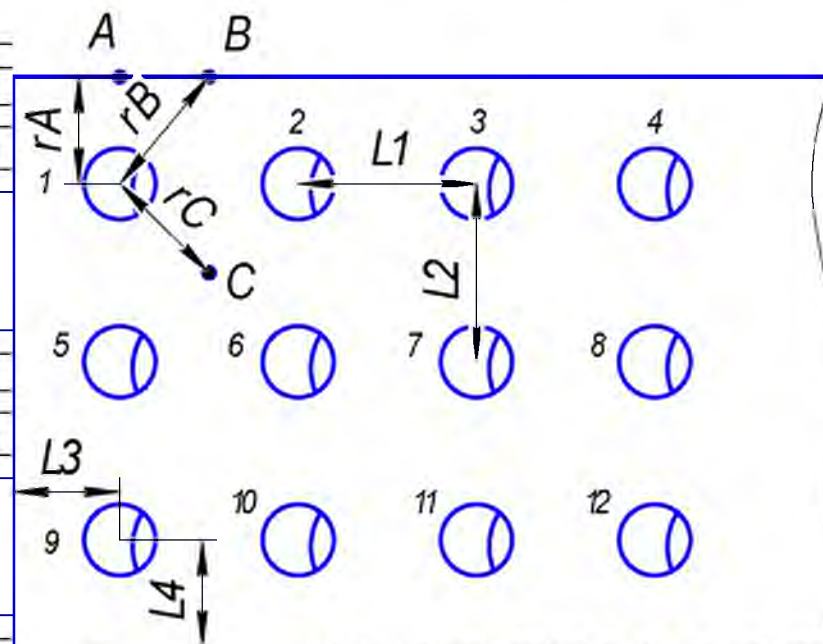


Рисунок 3.11 Розташування точкових світильників на плані теплиці

На плані накреслимо кілька точок А, В і С, де опромінення може бути найнижчим. Для забезпечення виконання умови (3.9) у цих точках необхідно визначити на плані гранично допустимі відстані від фідера 1 (рисунок 3.11) до точок А, В, С ( $r_A$ ,  $r_B$ ,  $r_C$ ). Для цього знаходимо за кривою  $E_{ph} = f(r)$  (рисунок 3.10)  $r_A = 0,66\text{ м}$  при  $E_{ph} = 8 \text{ фут/м}^2$  за припущення, що опромінення в точці А генерується найближчим джерелом [2].

Випромінювання в точці В в основному генерується двома найближчими джерелами 1 і 2. Тому за цією ж схемою визначаємо для випромінювання лампи  $E_{min} / 2 = 4 \text{ фути / м}^2$   $r_B = 1,45 \text{ м}$ .

Випромінювання в точці С генерують чотири лампи 1, 2, 5, 6. Таким чином, діаграма для опромінення лампи  $E_{min} / 4 = 2 \text{ фути / м}^2$  має  $r_C = 2,25 \text{ м}$ .

За трьома отриманими значеннями беремо: відстань від світильників до краю ложа  $L_3 = 0,66 \text{ м}$ ; відстань між лампами  $L_1$  визначається за теоремою

Піфагора:

$$L_B = 2 \sqrt{r_B^2 - r_A^2} \quad (3.14)$$

$$L_C = \sqrt{2} r_C \quad (3.15)$$

$$\Phi_{УНТ} = 2,6 \text{ м}$$

$$L_C = 3,2 \text{ м}$$

За максимально допустиму відстань між радіаторами приймається менше з двох значень, отриманих для  $L$ , якщо вони розташовані уздовж вершини квадратів  $L_1 = 2,6 \text{ м}$ .

Уточнення відстаней  $r_A$ ,  $r_B$  і  $r_C$

$$r_A = 0,66 \text{ м}$$

$$r_B = \sqrt{(L_1/2)^2 + r_A^2} = 1,46 \text{ м}$$

$$r_C = \sqrt{2} \cdot (L_1/2) = 1,84 \text{ м}$$

Для визначення коефіцієнта мінімальної радіації на плані рядок необхідно накреслити точки з можливою найбільшою і найменшою радіацією. Точки з найменшим опроміненням однакові (А, В і С). Точки з максимально можливим опроміненням - це точки безпосередньо під лампами [2].

З графіка  $E_{ph} = f(r)$  (рисунок 3.10) знаходимо сумарне опромінення в точках А, В і С.

$$E_{f \max} = 9,73 \text{ футів} / \text{м}^2;$$

$$E_{\phi a} = 7,94 \text{ футів} / \text{м}^2;$$

$$E_{phV} = 8,1 \text{ футів} / \text{м}^2;$$

$$I \Gamma \Phi = 9,6 \text{ футів} / \text{м}^2$$

За формулою (9) визначаємо коефіцієнт мінімального опромінення

$$z = \frac{E_{\phi a}}{E_{\phi \max}} = \frac{7,94}{9,73} = 0,82 > 0,8$$

Умова виконана, тому розрахунок проведено правильно. На завершення розмістимо точкові світильники на плані теплиці: 5 рядів по 27 точкових світильників.

Решта системи опромінення розраховуються таким же чином. Криві розподілу сили світла та діаграми розподілу випромінювання наведені в додатках 1-5. Результати розрахунку для всіх випромінювачів зведені в таблицю 3.8.

Таблиця 3.8 - Порівняльні показники опромінення об'єктів

параметр	Тип випромінювача				
	OT-400	ЖСП 64-400-001P	ЖСП 64-400-001Г	ЖСП 64-600-001P	ЖСП 64-600-001Г
	Тип лампи				
	ДРЛФ-400	ЛНАЗ-С-400 рефлю кс	ЛНКТ-400	Рефлю кс ЛНКТ-600	OSRAM NAV PLANTASTAR 600
	1	2	3	4-й	5
	1	2	3	4-й	5
Висота підвіски, м	0.9	1.45	1.3	1.5	1.8
Відстань між кормами, м	1.6	2.6	2.4	3.9	3.3
Кількість рядів, шт	вісім	5	5	4-й	4-й

Потужність лампи, Вт	400	400	400	600	600
Кількість випромінювачів на 1000 м <sup>2</sup> теплиці з опроміненням 8 фут/м <sup>2</sup> , шт.	288	135	150	72	84
cos	0,55	0,96	0,96	0,96	0,96
Встановлена потужність, кВт	115,2	54	60	43,2	50,4
Тривалість роботи випромінювачів, год/рік	500	500	500	500	500
Споживання електроенергії з урахуванням втрат баласту, кВт*год/рік, в% до обігрівача типу OT-400	63360 100	28620 45,2	31800 50,2	22896 36,1	26712 42,2
Термін служби лампи, год	7000	15000	15000	15000	16000
ККД радіаційного пристрою, %	90	95	82	95	82

З таблиці 3.8 можна зробити наступні висновки:

1. Зі збільшенням потужності джерел оптичного випромінювання зменшується кількість світлових точок і встановлена потужність приладів.
2. Збільшення потужності радіаторів призводить до збільшення висоти підвісу радіатора.

3. Подальше збільшення виходу випромінювачів недоцільно, оскільки будівництво теплиць ангарного типу не дозволяє розташовувати крайні ряди понад 2 м.

З розрахунку виходить, що найкращим варіантом для розсадної теплиці є радіатор типу ЖСП 64-600-001Р з зворотною лампою ДНаЗ-600. Тож ми зрештою приймаємо цей варіант і розміщуємо випромінювачі в теплиці, як показано на малюнку 3.12. На рисунку 3.13 наведено загальний вигляд випромінювального пристрою ЖСП 64-600-001Р.

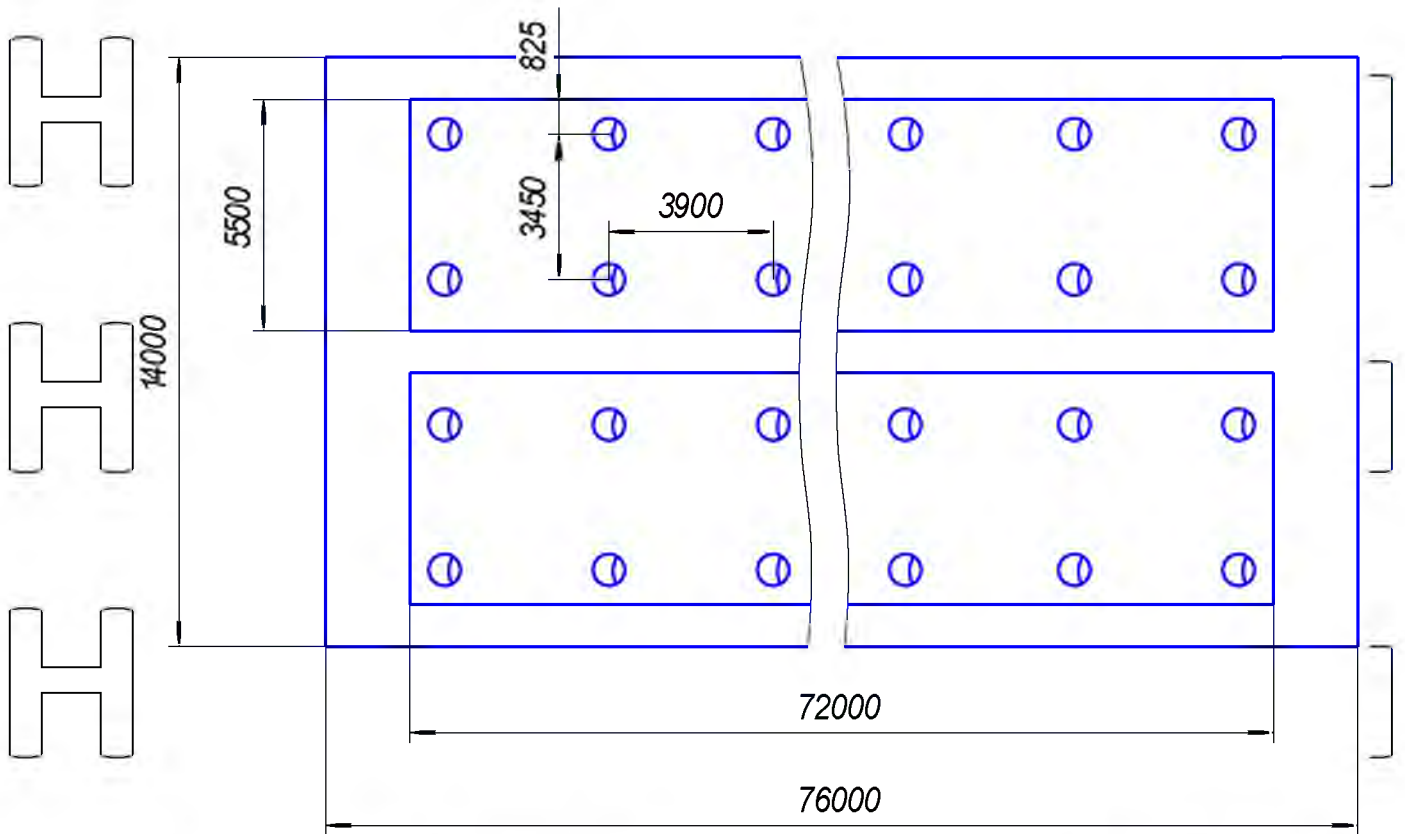


Рисунок 3.12 Розміщення утеплювача ЖСП 64-600-001Р на плані теплиці

НУБІП УКРАЇНИ

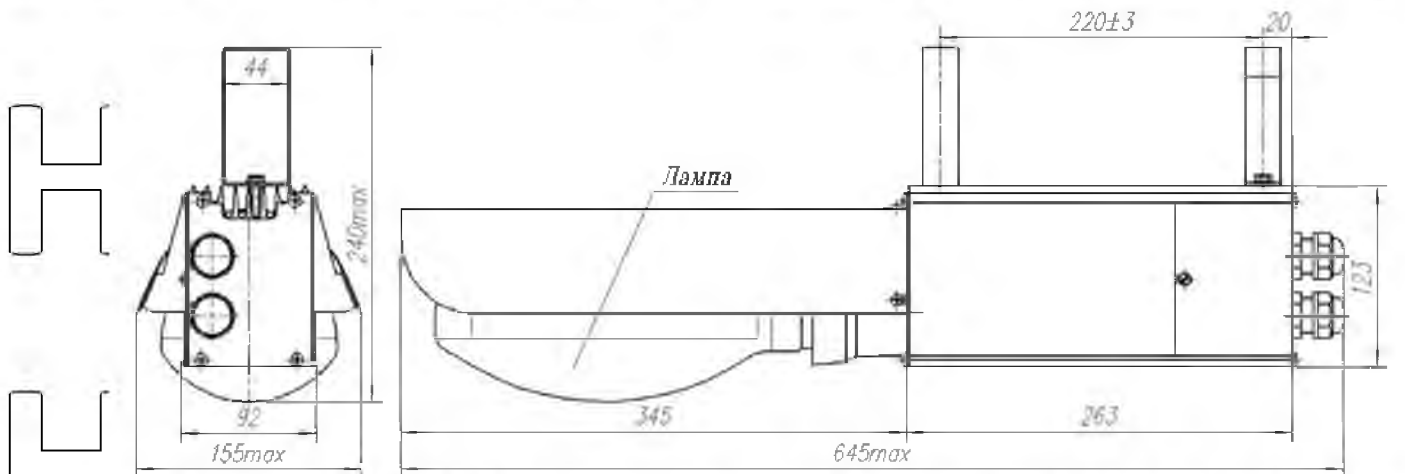


Рисунок 3.13 Радіатор ЖСП 64-600-001Р

3.5.4 Розрахунок і вибір кабелів

НУБІП УКРАЇНИ

Усі випромінювачі розподіляємо на 6 однофазних груп рівномірно по фазах — по 12 випромінювачів у кожній групі (рисунок 3.14). Кожна група постачається від групового розподільника кабелем ВВГ, прокладеним у ванні.

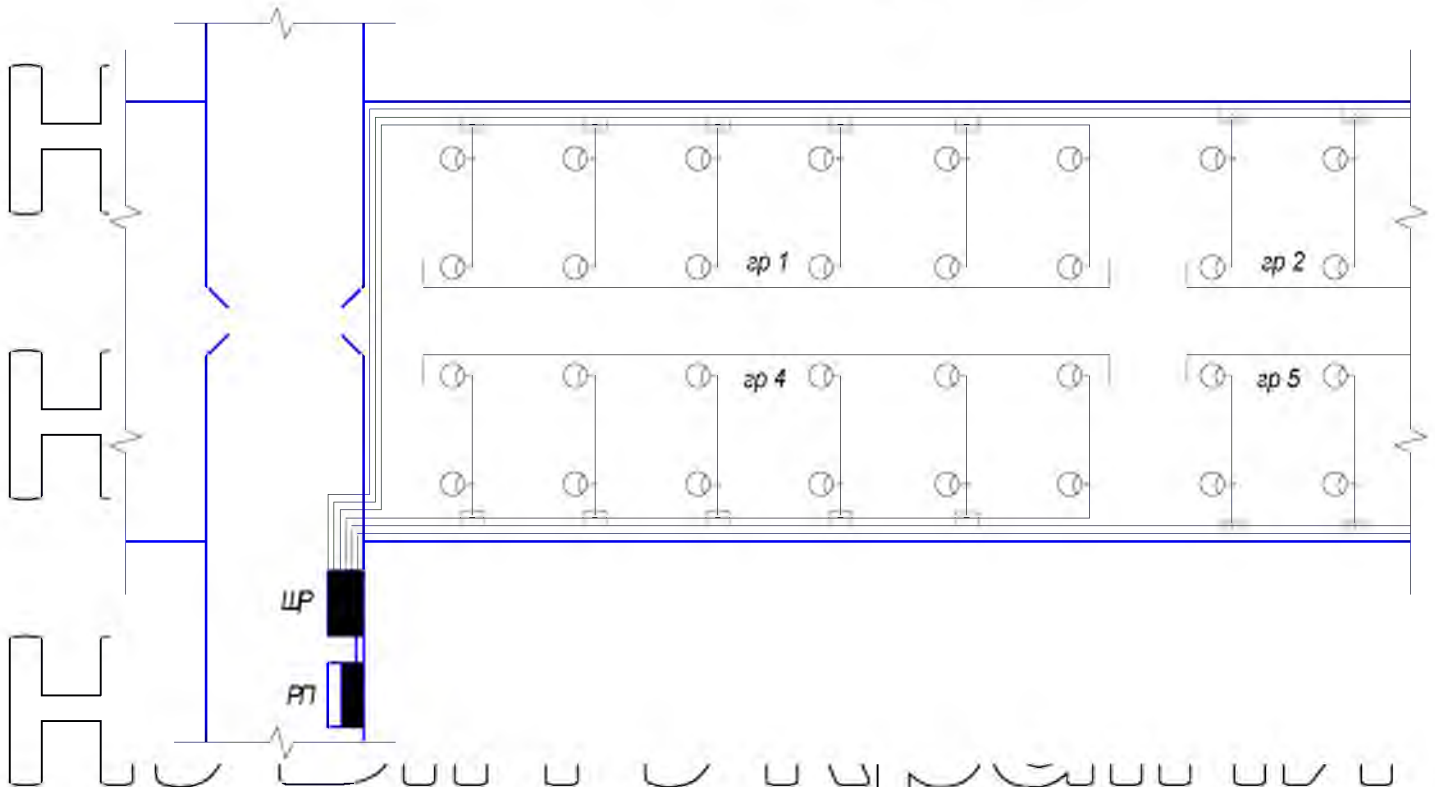


Рисунок 3.14 План мережі електроосвітлення

Вибірємо перетин сердечника виходячи з розрахункового струму навантаження.

Для групової мережі номінальний струм навантаження визначається за формулою [9]:

$$I_n = \frac{K_n \cdot P}{U_\phi \cdot \cos \phi} \quad (3.16)$$

де,  $I_n$  - номінальний струм навантаження мережі, А;

$K_n = 1,06$  - Коефіцієнт, що враховує втрати потужності в баласті, відн. одиниц.

$P$  - активна потужність навантаження, Вт;

$U_\phi$  - фазна напруга мережі, В;



$\cos\phi$  - Коефіцієнт потужності навантаження.

$$I_{\Gamma} = \frac{106 \cdot 12 \cdot 600}{220 \cdot 0,96} = 36,1 \text{ A}$$

За довідковою роботою вибираємо кабель ВВГ  $3 \times 6$   $I_{\text{доп}} = 42 \text{ A}$  [15].

Визначте втрату напруги на найвіддаленішому світильнику, яка має становити  $\Delta U < 2,5\%$  [15]. За даними енергослужби тепличного комплексу втрати напруги від підстанції до живильного розподільника (АРУ) становлять  $\Delta U = 0,5\%$ . Таким чином, доступні втрати напруги становлять  $2\%$ .

Втрата напруги визначається за формулою [9]:

$$\Delta U = \frac{M}{Cs} \quad (3.17)$$

де,  $M$  - момент навантаження  $\text{kВт} \cdot \text{м}$ ;

$C$  - коефіцієнт, що враховує систему мережі, тип струму та матеріал провідника;

$s$  - перетин дроту,  $\text{мм}^2$ .

Визначте момент навантаження в найвіддаленішій точці мережі (рисунок 3.15)

Момент навантаження визначається за формулою [9]:

$$M = PL, \quad (3.18)$$

де,  $P$  - потужність ділянки мережі,  $\text{kВт}$ ;

$L$  - Довжина ділянки,  $\text{м}$

$$M = 6PL_4 + 5PL_8 + 4PL_8 + 3PL_8 + 2PL_8 + PL_8 = \\ P(6L_4 + 15L_8) = 515,9 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

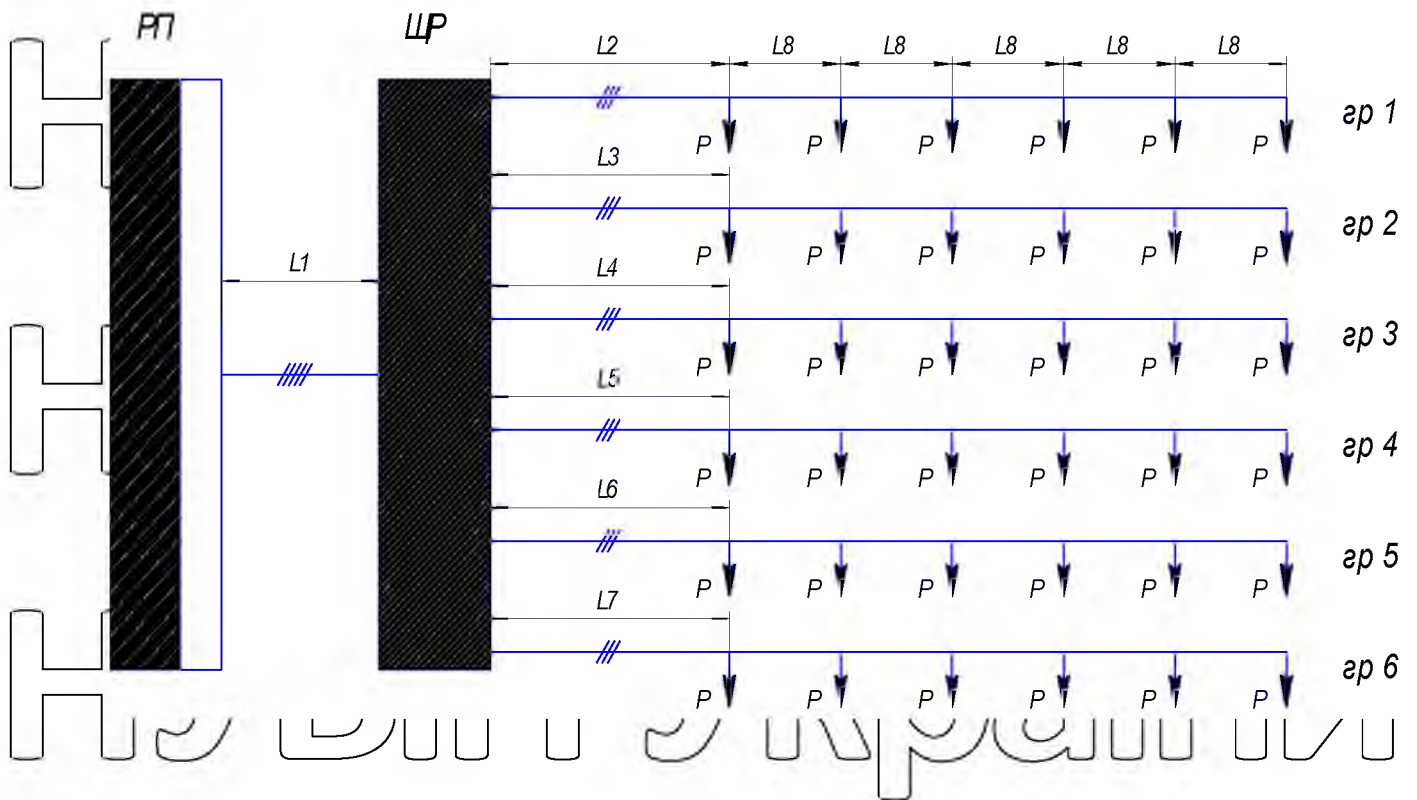


Рисунок 3.15 Розподільна мережа розсадної теплиці

Таблиця 3.9 - Для розрахунку моментів навантаження мережі

P, кВт	Область мережі							
	L1, м	L2, м	L3, м	L4, м	L5, м	L6, м	L7, м	L8, м
1.2	10.0	19.0	38.5	61.9	5.0	24.5	47.9	3.9

Визначити втрату напруги в найвіддаленішій точці мережі за формулою (3.17)

$$\Delta U_{\text{тр}} = \frac{515,9}{72 \cdot 6} = 1,2\%$$

Визначаємо струм навантаження в секції L1 за формулою [9].

$$I = \frac{L_1 P}{\sqrt{3} U_n \cos \phi'} \quad (3.19)$$

де, I - номінальний струм навантаження мережі, А;

$K_n = 1,06$  - Коефіцієнт, що враховує втрати потужності в баласті, відн. одиниці;

$P$  - активна потужність навантаження, Вт;

$U_n$  - Напряга мережі, В;

$\cos\phi$  - Коефіцієнт потужності навантаження.

$I = \frac{1,06 \cdot 72 \cdot 600}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,96} = 72,5 \text{ А}$

За довідковою роботою вибираємо кабель ВВГ  $4 \times 25$   $I_{доп} = 85 \text{ А}$  [15].

Визначте втрати напруги в секції L1 за формулою (3.17)

$\Delta U_{L1} = \frac{72,5 \cdot 10}{72 \cdot 23} = 0,4 \%$

Розраховуємо струм навантаження на ділянці групової мережі - радіатор за

формулою (3.16)

$I_{обл} = \frac{1,06 \cdot 2 \cdot 600}{220 \cdot 0,96} = 6 \text{ А}$

За довідковою роботою вибираємо кабель ПВА  $3 \times 1,5$   $I_{доп} = 19 \text{ А}$  [15].

Визначити втрату напруги на ділянці групової мережі - радіатор за

формулою (3.17)

$\Delta U_{обл} = \frac{1,2 \cdot 1,83 + 0,6 \cdot 3,45}{12 \cdot 1,5} = 0,2 \%$

Повна втрата напруги від підстанції до віддаленого живлення

$\Delta U_{общ} = \Delta U_{ТП-ВРУ} + \Delta U_{ВРУ-ОЩ} + \Delta U_{ОЩ-гр.сеть} + \Delta U_{обл} = 0,5 + 0,4 + 1,2 + 0,2 = 2,3 \%$

- що відповідає вимогам ПУЕ, тому перетин провідника вибрано

правильно

3.5.5 Розрахунок і вибір пристроїв управління та захисту

Ми поставляємо кожену групу світильників з однополюсним автоматичним

вимикачем.

Для захисту освітлювальних мереж необхідно використовувати автоматичні вимикачі з комбінованим розблокуванням. Вибір вимикачів для

захисту освітлювальних мереж газорозрядними лампами високого тиску  
ґрунтується на умові [7]:

$$I_{intr} \geq 1,3 I_p, \quad (3.20)$$

де  $I_{intr}$  - номінальний струм установки теплового розчіплювача вимикача;  
 $I_p$  - робочий струм електроустановки.

Для групової мережі

$$I_{intr} \geq 1,3 * 36,1 = 46,9 \text{ А}$$

Для групових ліній вибираємо автоматичні вимикачі ВА47 - 100 1р  $I_{intr} = 50 \text{ А}$ ,  $I_{нег} = 7$  - кратність електромагнітного розчіплювача. Вибрані автоматичні вимикачі встановлюємо в розподільник ПР11-3045-54У1 - 6 однополюсних автоматичних вимикачів, без входу [16].

Вхідний вимикач

$$I_{intr} \geq 1,3 * 72,5 = 94,3 \text{ А}$$

Вибираємо вимикач ВА47 - 100 3р  $I_{intr} = 100 \text{ А}$ ,  $I_{нег} = 7$  - кратність електромагнітного розчіплювача. Вибраний вимикач встановлюється в РП.

Перевіряємо вибраний кабель для групової мережі за умовою [7]:

$$I_{доп} \geq i_{tr}, \quad (3.21)$$

Для групової мережі  $42 < 50$  - умова не виконується, тому беремо перетин жили кабелю для групової мережі на крок вище VVG 3 × 10  $I_{доп} = 55 \text{ А}$  [15].

Перевіряємо обраний кабель для ділянки мережі РП-ЦР за умовою (3.21)  
 $85 < 100$  - умова не виконується, тому беремо перетин жили кабелю для ділянки мережі РП-ЦР - ВВГ 5 × 35  $I_{доп} = 108 \text{ А}$  [15].

3.5.6 Розрахунок струмів короткого замикання

Для перевірки чутливості захисних пристроїв розраховуємо струми короткого замикання в точках K1 і K2 (рисунок 3.16).

Однофазний струм короткого замикання розраховується за формулою [9]:

$$I_K^{(1)} = \frac{U_\phi}{\frac{z_T^{(1)}}{3} + z_{\Pi}} \quad (3,22)$$

де  $I_K^{(1)}$  - однофазний струм короткого замикання, А;

$U_\phi$  - фазна напруга мережі, В;

$z_T^{(1)}$  - загальний опір трансформатора при однофазному короткому замиканні, Ом;

$z_{\Pi}$  - загальний опір контуру фаза-нуль лінії до найвіддаленішої точки мережі, Ом.

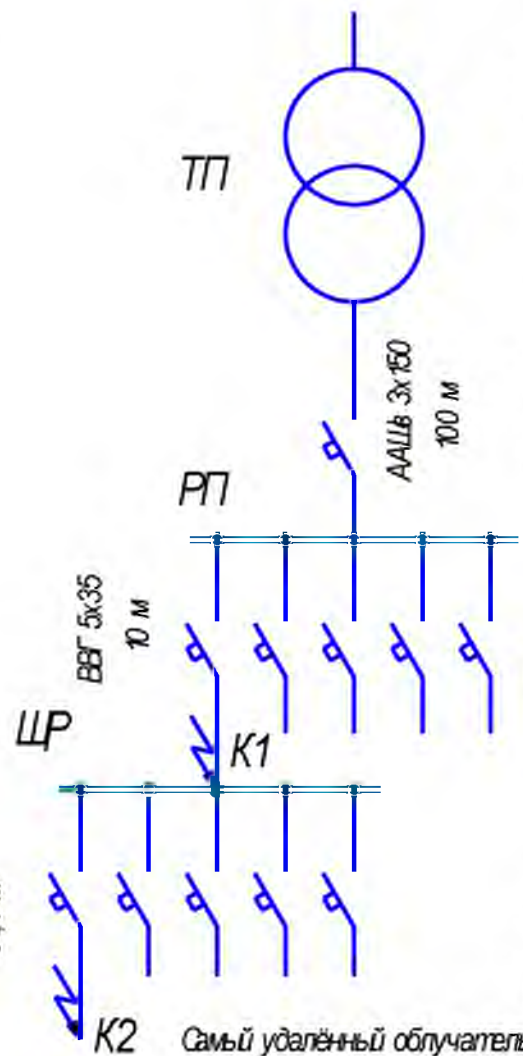


Рисунок 3.16 Розрахунок струмів короткого замикання

Опір фазового нульового контуру є результатом геометричного додавання активного  $r$  та індуктивного опору  $x$  відповідно до формули [дев'ять]:

$$Z_{\Pi} = \sum l \cdot \sqrt{r_0^2 + x_0^2} \quad (3.23)$$

де,  $Z_{\Pi}$ - Загальний опір контуру фаза-нейтраль, Ом;

- $l$ - довжина лінії, км;
- $r_0$ - активний опір лінії, Ом/км;
- $x_0$ - Індуктивний опір лінії, Ом/км.

Розраховуємо опір петлі фаза-нуль до контрольних точок K1 і K2 за формулою (3.23) з даними табл.3.10.

$$Z_{\Pi K1} = 0,1 \sqrt{0,22^2 + 0,07^2} + 0,01 \sqrt{0,57^2 + 0,075^2} = 0,029 \text{ Ом}$$

$$Z_{\Pi K2} = 0,029 + 0,081 \sqrt{2^2 + 0,08^2} = 0,191 \text{ Ом}$$

Розраховуємо струм однофазного короткого замикання в контрольних точках K1 і K2 за формулою (3.22)

$$I_{K1}^{(1)} = \frac{220}{\frac{0,13}{3} + 0,029} = 3041,5 \text{ А}$$

$$I_{K2}^{(1)} = \frac{220}{\frac{0,13}{3} + 0,191} = 938,8 \text{ А}$$

Таблиця 3.10 - Дані для розрахунку струму короткого замикання

Область мережі	$l$ , м	Марка кабелю	$r_0$ , Ом/км	$x_0$ , Ом/км	$св$ , кВА	Схема підключення Тр-ва	$Z_T^{(1)}$ , Ом
ТН-РП	100	3 × 150	0,22	0,07	630	Y / Y0	0,13
РП-ЦХР	десять	ВВГ 5 × 35	0,57	0,075			

СЧР-К2	81	ВВГ 3 × 10	2,00	0,08	00
--------	----	------------	------	------	----

Коефіцієнт чутливості спрацьовування вимикання у разі короткого замикання перевіряють за умовою [7]:

$$K_{\text{ч}}^{(1)} = \frac{I_{\text{к}}^{(1)}}{I_{\text{до}}} = \frac{I_{\text{к}}^{(1)}}{I_{\text{н}} \cdot I_{\text{нр}}} \geq 1,25 - 1,4 \quad (3,24)$$

де,  $K_{\text{ч}}^{(1)}$  - Коефіцієнт чутливості, відн. одиниці;

$I_{\text{к}}^{(1)}$  - струм короткого замикання однофазний, А;  
 $I_{\text{до}}$  - струм відсікання, А;  
 $I_{\text{ч}}$  - Струм установки вимикача, А;  
 $I_{\text{нр}}$  - різноманітність електромагнітного випуску.

Розраховуємо коефіцієнт чутливості для точок К1 і К2 за формулою (23)

$$K_{\text{чк1}}^{(1)} = \frac{3041,5}{100 \cdot 7} = 4,34 > 1,4$$

$$K_{\text{чк2}}^{(1)} = \frac{938,8}{50 \cdot 7} = 2,68 > 1,4$$

Чутливість захисту достатня.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЯ

### 4.1 Загальні положення

Відповідно до статті 209 Трудового кодексу України безпечними умовами праці є умови праці, при яких виключено вплив шкідливих і (або) небезпечних факторів виробництва або рівень опромінення не перевищує встановлених норм.

Умови праці - ряд факторів виробничого середовища і процесу праці; Вплив на працездатність і здоров'я працівника [6].

Реалізація основних напрямів державної політики в галузі охорони праці здійснюється шляхом узгоджених дій органів державної влади України, органів державної влади суб'єктів України та органів місцевого самоврядування, роботодавців, асоціацій, а також профспілок, їх об'єднань та інших осіб з числа уповноважених працівників з питань охорони праці.

*Ош* - це система збереження життя і здоров'я працівників у процесі праці, включаючи правові, соціально-економічні, організаційно-технічні заходи, лікувально-профілактичні, реабілітаційні та інші заходи [6].

Охорона праці ґрунтується на анатомо-психофізіологічних властивостях організму людини, який у процесі виробництва взаємодіє з предметами праці, робочим обладнанням та навколишнім середовищем.

Складність поведінки людини із загрозою життя та здоров'ю, а також безпечним виходом із складних ситуацій простежується: вчасним розпізнаванням небезпеки; правильність його діагнозу; вибрати спосіб належного реагування на небезпеку.

*Електробезпека* - Це система організаційно-технічних заходів і засобів захисту людей від небезпечного електричного струму, електричних дуг, електромагнітних полів та статичної електрики.

Результат ураження електричним струмом залежить від наступних факторів [6]:

- індивідуальні особливості організму людини.
- опірність організму людини;
- сила струму, що протікає через тіло потерпілого;



- час дії струму;  
- Шляхи протікання, частота і тип струму.  
Основним ушкоджуючим фактором електричного струму є сила струму, що протікає через тіло людини, залежно від умов.

## 4.2 Аналіз охорони праці на

### 4.2.1 Стан організаційної роботи

виросщує овочі та зелень в теплицях.

За наказом керівника експлуатації за електробезпеку заводу відповідає головний інженер-енергетик.

Поточне обслуговування електрообладнання на здійснюють електрики, які мають III ст. Група погодження з електробезпеки та уповноважені на

самостійну роботу в електроустановці, розпорядчий документ для підприємства.

Завдання електрика ґрунтуються на чинних нормах. На розроблені інструкції з охорони праці та експлуатації електро- та електротехнічного обладнання на

основі ПУЕ, ПОТ, ПТЕ, ППБ та інших нормативно-правових актів та нормативно-технічних документів, затверджені технічним директором підприємства та направлені на адресу. передає персонал електромайстерні

Дозвіл на виконання робіт складається на основі наказу або каталогу робіт у порядку поточної експлуатації, який затверджується особою, відповідальною за електроустановки [20].

На заводі здійснюється регулярний контроль за охороною праці відповідальними та профкомом. Дні охорони праці проводяться один раз на квартал.

Раз на рік проводиться періодична перевірка знань ПОТ, ПТЕ, ППБ, ПУЕ та посадових інструкцій електротехнічного та електротехнічного персоналу. До складу комісії входять: головний інженер-енергетик, оперативний керівник, операційний керівник та інженер з охорони праці. За результатами випробування

сертифікат «Випробування норм і правил електробезпеки» буде розширено або замінено [20].

Працівники при прийнятті на роботу та через певні проміжки часу проходять медичний огляд відповідно до наказу МОЗ. Розвиток Р України з 16.09.

№ 83 «Про затвердження переліків шкідливих та (або) небезпечних факторів виробництва та підприємств, на яких проводяться чергові попередні медичні огляди (огляди), та порядку проведення цих оглядів (оглядів)» Наказ МОЗ і

медичної промисловості РФ від 14.03.96р. № 90 «Про порядок проведення попередніх та повторних медичних оглядів працівників та медичних приписів для допуску до професії».

Особи у віці до 21 року періодично щорічно проходять м/с.

Електромонтер з обслуговування електрообладнання - кожні 2 роки.

Забезпечення спецодягом, взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (ЗІЗ) на виготовлено відповідно до:

- «Типові норми безоплатної видачі спецодягу, спецвзуття тощо. ЗІЗ працівникам перерізних професій і посад у всіх галузях економіки»

- згідно з «Правилами забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям тощо» (наказ Мінпраці і соціального розвитку РФ від 18 грудня 1998 р. № 51»).

#### 4.2.2 Стан технічної безпеки

Теплиці відносять до вологих приміщень з провідною підлогою, тобто, зокрема, до вибухонебезпечних. Працювати безпосередньо на струмоведучих частинах або змінювати лампи без зняття напруги забороняється.

Електрифіковані машини з гнучкими кабелями, які використовуються в теплицях і тепличних системах, мають пристрій контролю цілісності нульового провідника в живильному кабелі, а також захисне відключення струму в нульовому провіднику. Рекомендується використовувати захисне відключення струму витоків.

Під час опромінення забороняються будь-які роботи в теплицях. У теплицях джерелами ультрафіолетового випромінювання є опромінювальні прилади, які використовуються для опромінення розсади овочевих культур і в салатній теплиці. Вплив УФ-випромінювання призводить до ряду специфічних змін у шкірі та органі зору. Було виявлено, що це може супроводжуватися загальними побічними ефектами для організму. Одноразове УФ-опромінення шкіри призводить до еритематозної реакції з подальшим посиленням пігментації, сприяє фотосинтезу вітаміну D<sub>3</sub>. При систематичному впливі можуть виникнути такі наслідки, як гіперплазія епідермісу, канцерогенез і старіння шкіри.

Вмикання та вимикання систем опромінення дозволяється особам I групи електробезпеки.

#### 4.2.3 Стан відведення промислових стічних вод.

Стан виробничої гігієни впливає на умови праці. Промислова гігієна характеризується: мікрокліматом (температура повітря в приміщенні, відносна вологість, швидкість повітря в приміщенні), освітленістю, запиленістю, загазованістю.

У теплиці опалювальний мікроклімат. Це поєднання параметрів, за яких змінюється теплообмін людини з навколишнім середовищем, внаслідок чого в організмі накопичується тепло і збільшується частка тепла, втраченого за рахунок випаровування вологи (більше 30%). Працівники можуть відчувати напругу в діяльності функціональних систем організму, що забезпечують температурний гомеостаз. Це пов'язано з погіршенням самопочуття, зниженням працездатності та продуктивності праці, може призвести до проблем зі здоров'ям.

#### 4.2.4 Стан протипожежного захисту.

Кожна майстерня має обладнаний центр пожежної сигналізації з первинним протипожежним обладнанням. Усі приміщення мають систему водогасіння, поєднану з виробничою системою. У разі виникнення пожежі забезпечується швидка евакуація людей з усіх приміщень відповідно до існуючих планів пожежної евакуації.

Відповідно до міжгалузевих нормативних актів з охорони праці в електроустановках, вуглекислотні вогнегасники застосовуються для гасіння електрообладнання напругою до 1000 вольт.

Названі відповідальні за протипожежний захист на виробничих ділянках.

Кожен працівник знає і чітко виконує вимоги правил протипожежного захисту та протипожежного режиму на підприємстві, не допускає дій, які згодом можуть призвести до пожежі або пожежі.

#### 4.3 Заходи щодо підвищення безпеки праці на

##### 4.3.1 Заходи щодо усунення дефектів, небезпек та небезпек, виявлених

під час аналізу на

На підставі проведеного аналізу встановлено, що в теплицях немає аварійного освітлення, а нічні чергування під час обходів та оглядів технічного обладнання користуються ліхтариком, що в разі аварій може призвести до травмування через погану видимість та технічні збої в роботі обладнання. Пропонуємо встановити аварійне освітлення в тепличних приміщеннях.

##### 4.3.2 Розрахунок резервного освітлення тепличного приміщення

Розраховуємо освітлення в режимі очікування в програмі DIALux 4.7

Дані розрахунку:

Розміри приміщення: довжина  $A = 76,0$  м, Ширина  $B = 14,0$  м, Висота коника теплиці  $H = 5,0$  м. Згідно СНиП 23.05.95 нормована освітленість для певного приміщення: категорія зорової роботи - загальне спостереження за технічним зв'язком - величина  $= 20$  Лк [21]. Коефіцієнти відбиття стелі, стін, підлоги:  $\rho_p = 6\%$ ,  $\rho_s = 6\%$ ,  $\rho = 5\%$ .

Для освітлення теплиці вибираємо світильник типу ПВЛМ - пиловологостійку лампу для трубчастих люмінесцентних ламп з розсіяним відбивачем, розроблену для промислових приміщень з підвищеним вмістом пилу та вологи.

Результати розрахунку

версія 1

ПВЛМ П-2  $\times$  36 + Д2

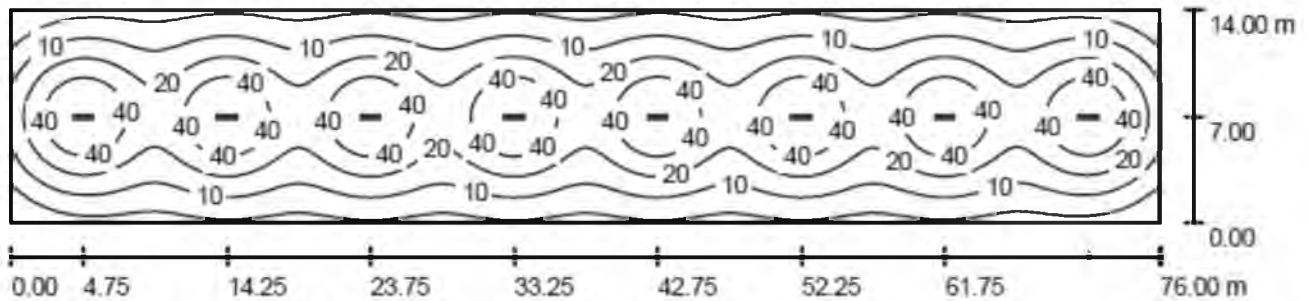


Рисунок 4.1 Розташування світильників PVLM P-2  $\times$  36 + D2 в теплиці

(значення в Лк, масштаб 1:544)

Варіант 2

ПВЛМ П-36 + Д1

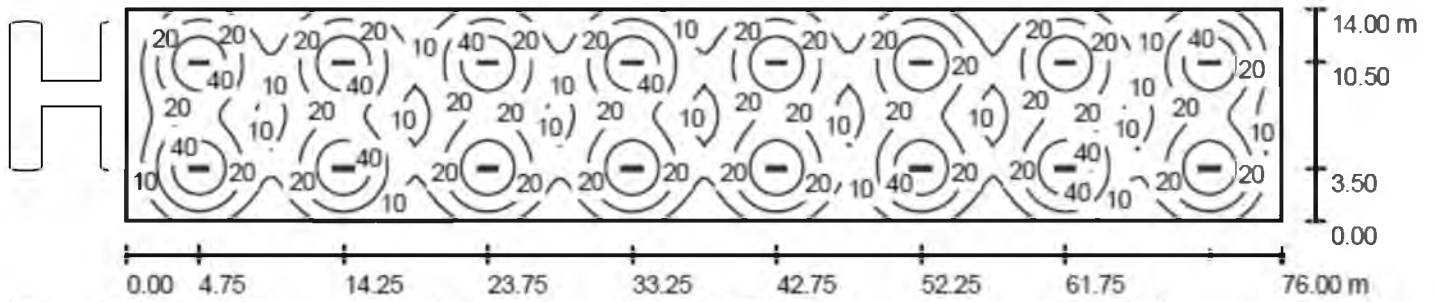


Рисунок 4.2 Розташування світильників PVLМ P-36 + D1 в тунелі (значення в Lk, масштаб 1: 544)

Таблиця 4.1 - Властивості порівнюваних варіантів

МОЖЛИВІСТЬ	Освітлення на підлозі, Lx				X, м	іржа, В	руда, Вт/м <sup>2</sup>
	<i>E<sub>sr</sub></i>	<i>E</i> .Мінімум	<i>E</i> .Макс	<i>E<sub>мін</sub></i> / <i>E<sub>сп</sub></i>			
1	23	251	83	0,109	4,0	696	0,55
2	22-ε	344	68	0,154	3,0	704	0,56

Таблиця 4.2 - Властивості світильників PVLМ

Тип лампи	Тип лампи	багато Світильники, шт.	Тип КС С	ККД відбивача, %	Захисний куточок	Міцніс тб захист	F, гд	Вага (кг)
PVLМ П-36 + Д1	ЛБ-36	1	D.	75	15°	IP65	2850	3
PVLМ Р-2 × 36 + D2	ЛБ-36	2	D.	75	15°	IP65	5700	4.2

З таблиці 4.1 видно, що за інших рівних умов нерівномірність освітлення в першому варіанті в 1,5 рази вище, ніж у другому. Але оскільки резервне освітлення використовується не часто (при огляді технологічного обладнання), вибираємо перший варіант – 8 ламп уздовж центрального проходу, так як зручніше в експлуатації.

# НУБІП України

## 4.3.3 Заходи безпеки при монтажі та експлуатації систем освітлення та опромінення

При виконанні електромонтажних робіт та роботах з експлуатації систем електроосвітлення необхідно дотримуватися вимог правил технічної експлуатації електроустановок споживачів та правил безпеки експлуатації електроустановок споживачів та місцевих типових інструкцій. для експлуатації та монтажу систем освітлення та опромінення [8].

Персонал, відповідальний за ОС, повинен мати не менше однієї кваліфікаційної групи з електробезпеки III. При цьому він повинен бути навчений прийомам першої допомоги потерпілому від ураження електричним струмом. Під час обслуговування операційної системи працівники повинні використовувати електрозахисні засоби.

Роботи, пов'язані з оглядом, очищенням та ремонтом елементів освітлювальної (опромінювальної) арматури, а також заміною ламп в освітлювальних (опромінюючих) приладах, виконуються зі зняттям напруги з групової мережі або з окремої лампи. При роботі зі зняття напруги з групової мережі необхідно [8]:

- переривати та не допускати електропостачання робочого місця шляхом випадкового або мимовільного ввімкнення комутаційних пристроїв;
- розклеїти заборонні плакати на ручних приводах та на кнопках дистанційного керування КРУ;
- Переконайтеся, що струмоведучі частини знеструмлені та повинні бути заземлені для захисту працівників від ураження електричним струмом;
- Використовуйте заземлення.

При роботі на висоті необхідно дотримуватись таких вимог безпеки:

- використовувати інструменти інвентаризації, які вчасно пройшли випробування;

НУБІП УКРАЇНИ

- під час роботи на висоті понад 1,3 м робочі місця повинні мати захисні огорожі висотою 1,1 м, а за відсутності – користуватися запобіжним поясом;
- Для подачі предметів людині, яка працює на висоті, використовуйте мотузку. Щоб уникнути розгойдування, об'єкт необхідно утримувати за допомогою анкерного пристрою;

НУБІП УКРАЇНИ

- Забороняється працювати на лотках, які збираються, ходити по них і перелазити через паркани;
- для захисту місця встановлення драбин на транспортних або пішохідних зонах;

НУБІП УКРАЇНИ

- забороняється використовувати в якості пластирів ящики, бочки та інші випадкові предмети;

При роботі з електрифікованим інструментом забороняється:

- Допуск до роботи осіб з кваліфікаційною групою з електробезпеки нижче

НУБІП УКРАЇНИ

- другої;
- передавати несертифікованим особам для роботи (принаймні на короткий час);
- Виконання робіт з драбин;

- Залиште електроінструмент без нагляду та підключений до електромережі.

НУБІП УКРАЇНИ

При прокладанні кабельних трас повинні виконуватися такі вимоги безпеки [8]:

- Перед тим, як переміщати барабан за допомогою каната, вживайте запобіжних заходів, щоб не зачепитися за одяг працівника. Для цього з барабана необхідно видалити стирчать цвяхи і закріпити кінці троса.

НУБІП УКРАЇНИ

- При прокладці кабелів з вигинами забороняється розміщувати кабель в межах кута повороту кабелю, підтримувати кабель під кутом повороту, а також витягувати його вручну. На прямих ділянках дороги електрики повинні перебувати з одного боку кабелю;

НУБІП УКРАЇНИ

- при прокладці кабелю вручну кількість електриків повинна бути такою, щоб кожен з них мав відрізок кабелю масою не більше 35 кг;



НУБІП УКРАЇНИ

- якщо вага кабелю більше 1 кг на 1 м, підйом і кріплення драбин або драбин забороняється;

- Для розігріву та перенесення ковша з припоєм, а також контейнера з кабельним компаундом, надягайте захисні окуляри та брезентові рукавиці до ліктів.

НУБІП УКРАЇНИ

При монтажі освітлювальних мереж необхідно дотримуватись таких вимог безпеки [8]:

- Розташовувати труби та металеві конструкції на підлозі або на накладках на підлозі;

НУБІП УКРАЇНИ

- обпилуйте кінці труб і видаліть задирки;  
- перед установкою групових екранів і пристроїв перевірити надійність їх монтажно-заготівельних вузлів і вузлів;

- перевірити відповідність отворів у конструкціях, що з'єднуються, за допомогою спеціальних монтажних пристроїв;

НУБІП УКРАЇНИ

- При установці тросових напрямних здійснювати їх остаточне натягування за допомогою натяжних пристроїв за проміжним підвісом;

- Монтаж освітлювальних приладів вагою понад 10 кг повинні виконувати дві особи. Виконувати цю роботу дозволяється робітнику зі спеціальним пристроєм;

НУБІП УКРАЇНИ

- Бивати заземлюючі електроди вручну кувалдою з довжиною рукоятки (тримача) не менше 0,7 м.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

## 5 ТЕХНІЧНІ ТА ЕКОНОМІЧНІ ПРИЧИНИ

# НУБІП України

### 5.1 Вихідні дані

У цьому розділі необхідно вирішити дві основні задачі:

1. Визначити найбільш економічно вигідний з двох технічно еквівалентних варіантів установки для опромінення.
2. Визначити термін окупності прийнятого опціону у разі його реалізації.

Згідно з розрахунком освітлення (п/п 3.5.3), найбільш ефективними є точкові світильники ЖСП 64-600-001Р з зворотною лампою ДНаЗ-600. Для технічного та економічного порівняння цей прожектор був обраний у двох можливих конфігураціях:

- з електронним баластом (електронний баласт);
- з електромагнітним баластом (EMPRА).

У таблиці 5.1 узагальнено дані порівнюваних варіантів системи опромінення.

Таблиця 5.1 - Дані порівнюваних варіантів

Параметри для 5 розсадних теплиць	Варіант I (ВІ)	Варіант II (В-II)
	Електронний баласт	EMPRА
1	2	3
Кількість випромінювачів з опроміненням 8 фут/м <sup>2</sup> , шт	360	360
Потужність лампи, Вт	600	600
Тривалість роботи випромінювачів, год/рік	500	500
Термін служби лампи, год	15000	15000
Необхідна кількість кабелю ВВГ 3×10, м	1570 р	-
Необхідна кількість кабелю ВВГ 3×16, м	-	1570 р

1	2	3
Необхідна кількість розподільних щитів, шт	180	180
Необхідна кількість розподільних коробок	180	180
Ціна прожектора, грн	2690	2090
Ціна лампи, грн	1100	1100

## 5.2 Знижена вартість порівнюваних варіантів

Економічна доцільність прийнятого рішення при повному порівнянні техніко-економічних показників порівнюваних варіантів, які є еквівалентними за світловим ефектом, враховується за критерієм мінімальних знижених витрат, який можна виразити в загальних рисах [17]:

$$Z_i = K_{уді} \cdot E_{п} + E_{зуді} \rightarrow \min, \quad (5.1)$$

де  $K_{уді}$  - капітальні вкладення на одиницю продукції або робочої сили, грн;

$E_{п}$  - нормативний коефіцієнт економічної ефективності інвестицій ( $E_{п} = 0,10$ );

$E_{зуді}$  - од. експлуатаційні витрати, грн/од. Продукти (робота).

При порівнянні варіантів повинні бути дотримані умови економічної порівнянності. Ці умови полягають у врахуванні всіх витрат при визначенні інвестиційних та операційних витрат і дотриманні однакової точності всіх матеріалів, що використовуються в розрахунках (однаковий рівень цін, тарифні ставки, норми амортизації тощо).

### 5.2.1 Вартість капіталу порівнюваних опцій

Норми витрат на виконання електромонтажних робіт визначаються згідно з ГЕСНм-2001-08 [19] (Державні нормативи оцінки елементів електромонтажних робіт) (табл. 5.2). Матеріальні витрати на встановлення розглянутих варіантів системи опромінення зведені в таблицю 5.3. Витрата неврахованих матеріалів при монтажі визначається згідно з ФЕРм-2009 [22].

Таблиця 5.2 - Норми витрат праці на електромонтажні роботи

Назва творів	Композиція твору	метр		Зміна вартості праці на одиницю, людино-год	Обсяг робіт		Витрати на оплату праці, чол.-год	
		шт	м		В-I	В-II	В-I	В-II
Розбирання обігрівача	Зняття приладів, апаратури.	100	-	17.89	144	144	257.6	257.6
Демонтуйте кабель	Демонтаж кабелю, прокладеного хомутами.	-	100	9.64	321	321	309.4	309.4
Прокладка кабелів на встановлених розподільних коробках при монтажі	1. Кабель порожній. 2. Пломба. 3. Установка коробів. 4. З'єднання проводів. 5. Дзвонить у дзвіночок.	-	100	15.3	157	157	240.2	240.2
Установка точкових світильників	1. УстановкаПроектор з баластом. 2.	100	-	411	360	360	399,6	399,6

	Приєднання. 3. Вкрутити лампи. 4. Перевірте наявність займання.						
Монтаж освітлюваль ного щита	1. Установка. 2. Приєднання. 3. Підготовка до включення. 4. Написання символів на щитах.	1	-	3.36	5	5	16.8 16.8
всього							1223. 1223. 6 6

Таблиця 5.3 - Матеріальні витрати на монтаж системи опромінення

Прізвище	багато		Ціна за одиницю грн		Вартість, грн	
	В-П	В-П	В-П	В-П	В-П	В-П
1	2	3	4-й	5	6-й	7-й
Точкові світильники	360 штук	360 штук	2690	2090	968400. 0	752400. 0
лампа Рефлюкс ДНКЗ- 600	360 штук	360 штук	1100	1100	396000, 0	396000, 0
кабель ВВГ	1570 м <sup>2</sup>	1570 м <sup>2</sup>	122,6	177,8	192482. 0	279146. 0
Розподільна коробка	180 штук	180 штук	9.46	9.46	1702.8	1702.8
Поле розповсюдження ШРН/1-12	5	5	2785. 2	3321.1	139260	16605.5
Не врахована витрата матеріалів при монтажі кабелю	1570 м <sup>2</sup>	1570 м <sup>2</sup>	2.14	2.14	3359.8	3359.8
Витрата незарєєстрованих матеріалів при установці точкових світильників	360 штук	360 штук	29.27	29.27	10537.2	10537.2

Витрата незареєстрованих матеріалів при монтажі панелі освітлення	5	5	49,87	49,87	249,4	249,4
ВСЬОГО					1586657,2	1 460 000,7

Додаткові інвестиції розраховуються за формулою [17]:

$$K = Cm * Zd + ZP, (5.2)$$

де,  $Cm$  - вартість матеріалів, грн;  
 $Zd = 0,1 * cm$  - вартість доставки матеріалів, грн;  
 $ZPP$  - Заробітна плата робітників, грн

Зміст визначається за формулою [17]:

$$Zn = (Tf + Df) * Cr * Ksoc * Kotp, (5.3)$$

де  $Tf$  - тарифні кошти, грн;  
 $Df$  - доплати до тарифного фонду, грн, включають компенсації, всі види заохочень і премій, субсидії, % ( $Dt = 10\% \times Tf$ )

$KP$  - Регіональний коефіцієнт, % ( $Kp = 1,15$  для Алтайського краю)  
 $Kotp$  - коефіцієнт з урахуванням відпускних відрахувань, % ( $Kotp = 1,067\%$ );

$Ksoz$  - Коефіцієнт з урахуванням відрахувань на соціальні потреби, % ( $Ksoz = 1,2\%$ );

Тарифний фонд визначається за формулою [17]:

$$Tf = \sum CH * tp (5.4)$$

де  $H$  погодинна ставка електриків,  $H = 35,7$  грн/год;  
 $tp$  - час роботи, год.

$trI = trII = 1223,6$  год

$TfI = TfII = 1223,85 * 35,7 = 43691,45$  грн

$DfI = DfII = 43691,45 * 0,1 = 4369,15$  грн

$3n_s = Zp II = (43691,45 + 4369,15) * 1,15 * 1,2 * 1,067 = 70767,3$  грн

Розраховуємо інвестиції за формулою (5.2) та підсумовуємо результати в таблиці 5.4

Таблиця 5.4 - Вартість капіталу для порівнюваних опцій

Вартість, грн	ВІ	В-ІІ
матеріальні витрати	1586657	1460000,7
Поставка матеріалів	158665,7	146000,1
зарплата	70767,3	70767,3
Інвестиції	1816090,2	1676768,1

### 5.2.2 Операційні витрати порівнюваних варіантів

Експлуатаційні витрати включають експлуатаційні витрати, пов'язані з експлуатацією електрообладнання. Витрати на експлуатацію систем електрифікації та автоматизації визначають за формулою [17]:

$$\mathcal{E}_3 = 3n + A_0 + T_{\text{ГО}} + C_3 + P_p, \quad (5.5)$$

Де  $3n$  - заробітна плата обслуговуючого персоналу, грн;

$A_0$  - Амортизаційні відрахування, грн;

Професійне навчання - Вартість поточного ремонту та обслуговування, грн;  
 $S_e$  - вартість спожитої електроенергії, грн;  
 $NS$  - інші витрати (1% від резюме), грн

Зміст для обслуговування системи опромінення випливає з формул 6.3 і 6.4  
 Витрати праці на обслуговування радіаційного приладу становлять - 1,5  
 чол.\*год./рік [13]

$$T_{fI} = T_{fII} = 1,5 * 360 * 35,7 = 19278,0 \text{ грн}$$

$$P_{ушиник} = 1,5 * 1440 * 35,7 = 77112,0 \text{ грн}$$

$$D_{fI} = D_{fII} = 19278,0 * 0,1 = 1927,8 \text{ грн}$$

$$D_{уши} = 77112,0 * 0,1 = 7711,2 \text{ грн}$$

$$Z_{n_{\text{рад}}} = Z_{pII} = (19278,0 + 1927,8) * 1,15 * 1,2 * 1,067 = 31224,7 \text{ грн}$$

$$Z_{n_{\text{іменик}}} = (77112,0 + 7711,2) * 1,15 * 1,2 * 1,067 = 124898,8 \text{ грн}$$

Амортизаційні відрахування [17]:

$$A_0 = \sum_{i=1}^m K_{vi} \frac{a_i}{100} \quad (5,6)$$

Де  $K_{vi}$  - капітальні вкладення, грн;

$a_i$  - річна норма амортизації основних засобів у %;  $m$  - кількість видів основних засобів.

Норма амортизації радіаторів становить 10%, що відповідає терміну корисного використання 10 років [4].

$$A_1 = \frac{1816090,2 \cdot 10}{100} = 181609,0 \text{ руб}$$

$$A_2 = \frac{1676768,1 \cdot 10}{100} = 167676,8 \text{ руб}$$



Витрати на поточний ремонт і технічне обслуговування [17]:

$$T_{po} = \sum_{i=1}^n K_i \cdot \frac{n_i}{100}, \quad (5.7)$$

Де  $n_i$  - річна норма відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування для і основних засобів, %.

річна ставка відрахування на поточний ремонт та технічне обслуговування електроприладів становить 5,1% [4]

$$T_I = \frac{1816090,2 \cdot 4,5}{100} = 81724,1 \text{ руб}$$

$$T_{II} = \frac{1676768,1 \cdot 5,1}{100} = 85515,2 \text{ руб}$$

Вартість спожитої електроенергії [17]:

$$C_3 = t \cdot \alpha \cdot P \cdot N \cdot T_{33}, \quad (5.8)$$

Де  $t$  - час роботи обігрівача, год / рік;

$\alpha$  - Коефіцієнт втрат у баласті, відн. одиниці;

$P$  - потужність лампи, кВт;

$N$  - кількість випромінювачів, шт.;

$T_{33}$  - Тариф на електроенергію, грн/кВт год.

$$C_{eI} = 500 \cdot 1,06 \cdot 0,6 \cdot 360 \cdot 3,85 = 440\,748,0 \text{ грн}$$

$$C_{eII} = 500 \cdot 1,1 \cdot 0,6 \cdot 360 \cdot 3,85 = 457\,380,0 \text{ грн}$$

Результати розрахунку зведені в таблицю 5.5.

Таблиця 5.5 - Операційні витрати на порівнювані варіанти

$Z_n$ , грн	$A_n$ , грн	Професій $ne$	$S_e$ , грн	$M_S$ , грн	$E_3$ , грн грн
-------------	-------------	------------------	-------------	-------------	--------------------

			навчання, грн			
В-I	31224.7	181609.0	81724.1	440748.0	18160.9	753466.7
В-II	31224.7	167676.8	85515.2	457380.0	16767.6	758564.3

НУБІП України

Розраховуємо зменшені витрати за формулою 5.1

$$З_{я} = 1816090,2 * 0,1 + 753466,7 = 935075,7 \text{ грн}$$

$$З_{II} = 1676768,1 * 0,1 + 758564,3 = 926241,1 \text{ грн}$$

НУБІП України

**5.3 Термін окупності проекту**

Розраховуємо термін амортизації проекту за формулою [17]:

НУБІП України

$$T_{ок} = \frac{K}{Э_{г}} \quad (5/9)$$

де,  $T_{ок}$  - термін окупності, рік;

$K$  - вартість капіталу, грн;

$Э_{г}$  - річна економія готівки, грн/рік.

НУБІП України

Річна економія коштів визначається як різниця між витратами на електроенергію існуючої та запланованої системи опромінення. За формулою 5.8 розраховуємо річні витрати електроенергії для існуючої системи опромінення

НУБІП України

$$С_{есушI} = 500 * 1,1 * 0,4 * 1440 * 3,85 = 1\,219\,680 \text{ грн/рік}$$

$$EGI = С_{есушI} - С_{е прI} = 1219680 - 440748 = 778932 \text{ грн / рік}$$

НУБІП України

$$EGII = С_{есушII} - С_{е прII} = 1219680 - 457380 = 762300 \text{ грн/рік}$$

Термін окупності проекту за формулою 5.9

$$T_{окI} = \frac{1816090,2}{778932} = 2,33 \text{ года}$$

$$T_{окII} = \frac{1676768,1}{762300} = 2,20 \text{ года}$$

Визначаємо ККД за формулою [17]:

$$k_{эф} = \frac{1}{T_{ок}}, \quad (5.10)$$

$$k_{эфI} = \frac{1}{2,33} = 0,43 > k_{норм} = 0,2$$

$$k_{эфII} = \frac{1}{2,2} = 0,45 > k_{норм} = 0,2$$

Усі розраховані витрати зведено в Таблицю 5.6

Таблиця 5.6 - Зведена таблиця економічних розрахунків

Назва індикатора	Значення індикатора		
	Електронний баласт	EMPRА	Існуючий
1-а інвестиція, тис. грн	1816.1	1676.8	-
в тому числі:			
1.1 витрати на монтаж	70.8	70.8	-
1.2 Вартість матеріалів	1586.7	1460.0	-
2 експлуатаційні витрати, тис. грн/рік	753,5	758.6	1797.5
в тому числі:			
2.1 Витрати на оплату праці робітників	31.2	31.2	124.9
2.2 Витрати на амортизацію	181.6	167.7	-
2.3 Витрати на технічне обслуговування та ремонт	81.7	85.5	342,0
2.4 витрати на електроенергію, Тисяча кВт-год / рік	108,0	108,0	288,0
Тисяча грн / рік	415.8	415.8	1219.7
2.5 втрати потужності в баластах, Тисяча кВт-год / рік	6.5	10.8	28.8

Тисяча грн / рік	25.0	41.6	110.9
3 річна економія енергії, кВт/год	202.3	198.0	-
тисячу грн	778,9	762.3	-
4 Термін окупності, рік	2.33	2.20	-
5 ефективність	0,43	0,45	-
6 коефіцієнт потужності	0,96	0.8	0,55
7 коефіцієнт пульсації, %	1*	7*	58*
8 Коефіцієнт втрат у баласті	1.06	1.1	1.1

\* згідно [14]

#### 5.4 Висновки за розділами

Порівняння техніко-економічних показників розглянутих варіантів показало перевагу електромагнітних баластів. Однак зазначені витрати на електронні баласты перевищують порівнянні витрати на електронні баласты лише на 1%. Інвестиції в ЕПРА перевищують витрати на ЕПРА на 7,5%. Термін окупності електронних баластів вищий на 5%. При цьому експлуатаційні витрати порівнюваних варіантів практично однакові, а витрати на ремонт електроенергії та електроенергії для ЕПРА нижчі, ніж для ЕПРА. Крім того, у наведеному вище техніко-економічному розрахунку не було враховано ряд переваг електронних баластів, таких як контроль опромінення установок.

Виходячи з вищесказаного, вважаю сенс прийняти на озброєння варіант прожектора ЖСП 64-600-001Р з електронним баластом.

Капітальні витрати в разі реалізації проекту складуть 1,82 млн грн Річні експлуатаційні витрати – 753,5 тис. грн Споживання електроенергії запланованою установкою опромінення в 2,8 рази нижчою від існуючої.

Термін окупності проекту становить 2,33 року.

## ВИСНОВКИ

1. Підвищення ефективності закритого овочівництва пов'язане з автоматизацією технологічних процесів та використанням електротехнічних технологій для інтенсифікації процесу мінерального живлення рослин. Це забезпечує на 15-20% вищий урожай овочів і якість продукції при одночасному зменшенні кількості води, енергії та мінеральних добрив.

2. Налагоджена система технологічного та електрообладнання, що дає змогу підтримувати параметри мікроклімату та режим мінерального живлення у весняній теплиці на оптимальному рівні.

3. Налагоджена система автоматичного регулювання ґрунту та вологості у весняній теплиці, яка забезпечує водопостачання теплиці за сигналами регуляторів вологості та ґрунту або полив рослин за часовою програмою.

4. Доведено, що магнітна активація поливної води позитивно впливає на ріст і розвиток рослин. Для визначення ефекту магнітної обробки води пропонується використовувати потенціометричний метод з використанням електродів для вимірювання рН та окислювально-відновного потенціалу розчинів.

5. Теоретичні та експериментальні дослідження зміни параметрів поливної води під час магнітної обробки показали, що зміна рН та окислювально-відновного потенціалу прямо пропорційна квадрату магнітної індукції та кількості перемагнічень, градієнту магнітного поля, складу розчину, і швидкості залежить. Збільшення магнітної індукції до її оптимального значення 100-110 мТл призводить до збільшення значення рН води і зниження окисно-відновного потенціалу. Подальше збільшення магнітної індукції викликає зниження рН зростання ОВП. Збільшення кількості магнітних переверотів і градієнта магнітного поля посилює ефект магнітної обробки. Було виявлено, що при швидкості розчину 0,5-1,0 м/с потрібна намагніченість є оптимальною, оскільки її подальше збільшення істотно не змінює значення рН і окислювально-відновний потенціал води. Ефект від магнітної обробки з часом зменшується в геометричній прогресії.

6. Полеві дослідження показали, що магнітна обробка поливної води позитивно впливає на ріст і розвиток рослин. При цьому цвітіння і плодоношення відбуваються раніше, рослини мають кращу біометричність і більше біомаси.

Урожай огірків від магнітної обробки поливної води в теплицях збільшується на 14,7%.

7. Встановлені параметри та розробка методики розрахунку приладів для магнітної обробки розчинів електромагнітами. Дослідження пристрою для магнітної обробки водних розчинів показали, що залежність магнітної індукції

від струму в індукторі є лінійною в робочій зоні, що дає можливість контролювати магнітну індукцію шляхом вимірювання струму.

8. Використання запропонованої системи автоматизованого електрообладнання для поливу рослин у весняних теплицях дає змогу підвищити врожайність овочевих культур на 15-20%, знизити витрати на мінеральні добрива на 10-15%, якість овочевої продукції. Орієнтовний термін окупності – 8,7 місяців.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кучеренко Т. Современные проблемы и перспективы развития овощеводства защищенного грунта // Овощеводство – 2012 - №11. – С. 22 – 27.

2. Електропривод і автоматизація: навчальний посібник / [Синявський О.Ю., Савченко П.І., Савченко В.В. та ін.]; за ред. О.Ю. Синявського. – К.: Аграр Медіа Груп, 2015. – 604 с.

3. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / Іноземцев Г. Б., Козирський В. В., Лут М. Т., Радько І.П., Синявський О.Ю. – 2-е вид., перероб. і доп. – К., 2014. – 525 с.

4. Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. Безпека праці в сільських електроустановках : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. – К.: Вид – во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012- 430 с.

5. Червінський Л.С., Сторожук Л. О. Електричне освітлення та опромінення: Посібник. – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2014. – 214 с.

6. Овощеводство открытого и закрытого грунта. Учебник / К.К. Плешков, Н.М. Ткаченко, Л.М. Шульгина – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Вища шк. 1991 – 351 с.: ил.

7. Теплицы и тепличные хозяйства: Справочник / Г.Г. Шишка, В.О. Погапов, Л.Т. Сулима, Л.С. Чебанов; Под ред. Г.Г. Шишка. – К.: Урожай, 1993. – 424 с.

8. Kozyrskyi V. Presowing Processing of Seeds in Magnetic Field / V. Kozyrskyi, V. Savchenko, O. Sinyavsky // Handbook of Research on Renewable Energy and Electric Resources for Sustainable Rural Development. IGI Global, 2018. P. 576 – 620. (Scopus)

9. Довідник сільського електрика. За редакцією кандидата технічних наук В.С. Олійника – 3-є видання, перероблене і доповнене. – К.: Урожай, 1989. – 262с.

10. Гіль Л.С. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту / Л.С.Гіль, А.Г. Пащковський, Л.Т.Сулима – Вінниця: Нова книга, 2008. – Ч.1. – 368 с.

11. Бородин И.Ф. Автоматизация технологических процессов / И.Ф. Бородин, Ю.А. Судник. – М.: КолосС, 2003. – 344 с.

12. Lovelidge B. A master of wins out over rockwool | Grower. – 1989. – Vol.112. - №3 – p.23-27.

13. Resent Development of Hydroponics in Japan | Suzuki Y., Shinohara Y., Shibuga M., Ikeda H. // Pros. Of the 6<sup>th</sup> Intern. Cong. on Soilless Cult. – Lunteren, 1984. – p.661 – 671.

14. Centermans N. Entwicklung und Einführung der NFT im Belgischen Unterglasgemüsebau // Der Gartenbau ingenieur. – 1990. – Jg.35.№2 – s.35-37.

15. Vlasov S., The impact of residual magnetization on accelerating grout mixture coagulation processes and their physical and mechanical properties / S. Vlasov, S. Tymchenko, O. Sinitsyna, O. Buhim // Науковий вісник Національного гірничого університету. - 2017. - №4. - С. 5-13. (Scopus)

16. Курипко Н.И. Особенности питания растений гибрида огурца F1 Атлет при выращивании на минеральной вате в ОАО «Комбинат «Тепличный» (Киевской области) // Технология тепличного производства. – 2006. – № 4. – С. 8-9.

17. Павлов В.Н., Швыкин А.И., Горбач Л.П. Малообъемные технологии эффективны // Картофель и овощи. – 1990. - №1. – с.28-30.

18. Ромашенко М. Капельное орошение овощных культур. История, современное состояние и перспективы развития в Украине / М.Ромашенко, А.Шатковский, С.Рябов // Овощевод. – 2009. – №2. – С. 66-70.

19. Мосин О.В. Магнитные системы обработки воды. Основные перспективы и направления // Сантехника. - № 1. - 2011. – С.28-31.

20. Городній М.М. Агрохімія [Підручник]. – 4-те видання перероблене та доповнене. / М.М. Городній. – К: Вид. ТОВ «Арістей», 2008. – 935 с.



21. Фізіологія рослин. / За редакцією професора М. М. Макрушина. Підручник. - Вінниця: Нова Книга, 2006. - 416 с.

22. Трухан Э.М., Пилипенко П.Н. Некоторые физико-химические характеристики слабых электромагнитных воздействий на водную среду // Экологический вестник. 2010. - №2(12). - С.66-72

23. Є.Л.Жудай, Б.В.Зайцев, Ю.М.Лаврінченко, О.С.Марченко, Д.Г.Войтук. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів і цстонових ліній.- К.: Вища освіта, 2001.- 288 с.

24. В.С.Олійник. Довідник сільського електрика.- К.: Урожай, 1989.-

25. Kozyrskiy V., Savchenko V., Sinyavsky O. The processing of irrigation water and artificial fertilizer solutions in magnetic field. International journal of energy optimization and engineering, 2020 (9 (4), pp.74-83. (**Web of Science**).

26. ССБП ДСТУ 2293-93. "Система стандартів безпеки праці. Терміни та визначення".

27. Багаєв А.А., Багаєв А.І., Куликова Л.В. Електротехніка: навчальний посібник. Барнаул: АГАУ, 2006, 320 с.

28. Баєв В. І. Практична робота з електроосвітлення та випромінювання. - М.: КолосС, 2008. - 191 с.

29. Баранов Л.А., Закаров В.А. Світлотехніка та електротехніка. - М.: КолосС, 2006 - 344 с.

30. Водяников В.Т. Економічна оцінка проектних рішень в енергетиці агропромислового комплексу. - М.: КолосС, 2008 - 263 с.

31. Зотов Б.І., Курдюмов В.І. Безпека життєдіяльності на виробництві. - М.: КолосС, 2004. - 432 с.

32. Кабишев А.В., Обухов С.Г. Розрахунок і проектування систем електропостачання об'єктів і установок: навчальний посібник / А.В. Кабишев, С.Г. Обухов. - Томськ: ТПУ-Верлаг, 2006 - 248 с.

33. Коломієць А.П., Кондратьєва Н.П. Монтаж електрообладнання та автоматикі. - М.: КолосС, 2007 - 351 с.

34. Кунгс Я.А., Цугленок Н.В. Энергозбереження та енергоаудит в системах освітлення та опромінення: навч. Грант / Краснояр. Державний сільськогосподарський ун-т. – Красноярськ, 2002 – 266 с.

35. Довідкова робоча світлотехніка / За ред. Ю.Б. Айзенберг. 3-е видання перероблено та доповнено. М.: Знак, 2006. -- 972 с.

36. Цугленок Н.В., Долгих П.П., Кунгс Я.А. Привідна техніка для теплиць: навч. Грант / Краснояр. Державний сільськогосподарський ун-т. Красноярськ, 2001 - 139 с.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України