

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКА ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня освіти

на тему: **“Система забезпечення мікроклімату теплиці з використанням обладнання відновлюваної енергетики”**

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ І.А. Дудинець

Виконав: студент VI курсу групи Ен-61
Спеціальності 141 “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Дудинець Ілля Андрійович . _____ (Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Кригуль Роман Євгенович

(Прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ЕНЕРГЕТИКИ

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) рівень

Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри _____

доцент, к.т.н., С.В. Сиротюк

“_28_”_квітня_2023 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Дудинцю Іллі Андрійовичу

1. Тема роботи: “ **Система забезпечення мікроклімату теплиці з використанням обладнання відновлюваної енергетики**”.

Керівник роботи _____ Кригуль Роман Євгенович, канд. техн. наук, доцент
затверджені наказом по університету від 28 квітня 2023 року № 133 / к-с.

2. Термін подання студентом роботи 9.01.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи: дані виробничої діяльності та енергозабезпечення об'єктів агрофірми “Зорепад” у Жовківській міській громаді Львівської області, за 2021-2023 роки. Матеріали літературного патентного пошуку огляду, та аналізу існуючих систем керування та забезпечення мікроклімату теплиці з використанням обладнання відновлювальної енергетики, довідкова та спеціальна література, аналіз останніх досягнень науки і техніки, передових методів роботи на виробництві.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити) Вступ

1. Характеристика агрофірми “Зорепад”

2. Загально технічна частина

3. Система енергопостачання теплиці за рахунок використання енергії сонця та вітру

4. Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Економічна ефективність

Висновки

Перелік джерел посилання

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Графічний матеріал подається у вигляді презентації.

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4	<i>Городецький І.М., доцент кафедри управління проектами та безпеки виробництва</i>	28.04.23 р.	28.04.23 р.

7. Дата видачі завдання

28 квітня 2023 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Написання розділу: «Характеристика агрофірми “Зорепад”»</i>	<i>28.04.23-31.05.23</i>	
2	<i>Виконання другого розділу (Загально технічна частина)</i>	<i>31.05.23-29.06.23</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу Система енергопостачання теплиці за рахунок використання енергії сонця та вітру</i>	<i>01.09.23-02.10.23</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»</i>	<i>28.04.23-31.05.23</i>	
5.	<i>Розрахунок економічної ефективності запропонованого удосконалення</i>	<i>02.10.23-01.11.23</i>	
6.	<i>Завершення розрахунково-пояснювальної записки та графічного матеріалу презентації</i>	<i>01.11.23-13.11.23</i>	
7	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>13.11.23-09.01.24</i>	

Студент _____ Дудинець І.А.
(підпис)

Керівник роботи _____ Кригуль Р.Є.
(підпис)

УДК 536.25

Кваліфікаційна робота: 50 стор. текстової частини, 11 таблиць, 13 рисунків, бібліографічних найменувань 17.

“Система забезпечення мікроклімату теплиці з використанням обладнання відновлюваної енергетики”. Дудинець Ілля Андрійович. – Кваліфікаційна робота. Кафедра енергетики. – Дубляни., Львівський НУП, 2024.

Проаналізовано діяльність агрофірми “Зорепад”, що належить до Жовківської міської громади. Окреслено період застосування споруди, вимоги щодо вирощування культур, режими температури та вологості ґрунту. Проведено розрахунки тепловтрат через огорожувальні конструкції об’єкта дослідження. Розглянуто існуючі системи теплопостачання, та зволоження ґрунту. Перш за все досліджено природно кліматичні умови, температуру повітря, швидкість вітру у даній місцевості. Розраховано конструктивні параметри споруди. Обґрунтовано технічні характеристики та переваги і недоліки різних систем обігріву. Розраховано вітровий потенціал місцевості, розраховано технічні параметри акумуляторної батареї, обґрунтовано технічні параметри інвертора. Визначено природний сонячний потенціал і також розраховано технічні параметри акумуляторної батареї, обґрунтовано технічні параметри інвертора. Обґрунтовано параметри системи для зволоження ґрунту. Проаналізовано виробничі небезпеки для створення надійної безпеки в умовах праці під час використання такої системи. Розраховано економічну ефективність від впровадження розробленої системи мікроклімату в споруді закритого ґрунту за умови використання відновлюваних джерел енергії, яка показала що час її окупності приблизно буде становити 2 роки 7 місяців, при загальних затратах коштів 99000 грн

ЗМІСТ

ВСТУП

1	ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОФІРМИ “ЗОРЕПАД”	8
1.1	Характеристика тепличного господарства.....	8
1.2	Обґрунтування теми роботи.....	9
2	ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	11
2.1	Дослідження природно кліматичних умов	11
2.2	Вимоги щодо вирощування.....	12
2.3	Розрахунок конструктивних параметрів споруди	12
2.4	Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції.....	14
2.5	Розгляд існуючих систем теплопостачання.....	18
2.5.1	Система електричного теплопостачання.....	19
2.5.2	Система існуючого водяного опалення.....	20
3	СИСТЕМА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ТЕПЛИЦІ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ ТА ВІТРУ ...	23
3.1	Конструкція вітроенергетичної установки	25
3.2	Обґрунтування системи енергопостачання за рахунок використання енергії вітру.....	27
3.2.1	Обґрунтування технічних параметрів акумуляторної батареї	28
3.2.2	Обґрунтування технічних параметрів інвертора.....	29
3.2.3	Розрахунок вітрового потенціалу місцевості.....	30
3.2.4	Обґрунтування технічних характеристик вітроустановки	32
3.3	Визначення природного сонячного потенціалу	33
3.4	Обґрунтування технічних характеристик фотоелектричної панелі	33
3.5	Система зволоження ґрунту.....	36

4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	37
4.1.	Заходи щодо попередження травматизму	39
4.2.	Розрахунок контурного заземлення теплиці	39
4.3	Безпека життєдіяльності при електрифікації сільськогосподарських об'єктів	41
4.4	Захист населення	43
4.5	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	44
5.	ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ В СПОРУДІ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ ЗА УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ	45
5.1.	Економічний ефект після впровадження системи	45
	ВИСНОВКИ	47
	ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	49

ВСТУП

Урожайність культур котрі вирощують у теплицях залежить від параметрів мікроклімату в споруді, котрий на початкових етапах розвитку може вагомо їх пошкодити і та буде сприяти розвитку різних хворіб [1]. Таким чином розроблення системи створення оптимального мікроклімату в спорудах закритого ґрунту, парниках тощо є необхідною вимогою для забезпечення хорошої якості урожаю [2]. Окрім, дотримання важливих параметрів мікроклімату має значний вплив на термін експлуатації споруд та технологічного обладнання, дотримуються умови праці для обслуговуючого персоналу. Однак при обґрунтуванні системи мікроклімату необхідно враховувати такі особливості [1]: 1) залежність таких параметрів як (температури, швидкості руху повітря, вологості, і т. д.) від внутрішніх та зовнішніх факторів, котрі змінюються як впродовж доби, так і у різні періоди сезону; 2) необхідність технологічного зв'язку системи керування мікрокліматом з рослинами. 3) розосередженість у вагомих межах вимірів, котрі регулюються і контролюються як у часі так і об'ємі. Зазначені особливості відображаються у створенні концепції та структурі новітньої автоматичної системи керування необхідними параметрами температуро-вологісним режимом. Таким чином, необхідно враховувати складність технологічного процесу оптимізації параметрів мікроклімату, обумовлену присутністю багатьох стохастичних факторів та необхідністю неперервного управління та контролем за об'єктом, ефективна робота таких систем управління можлива тільки при автоматизації їх процесів.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА АГРОФІРМИ «ЗОРЕПАД»

1.1 Характеристика тепличного господарства

Господарство займається вирощуванням овочів та розсади в теплицях близько тридцяти років. Агрофірма “Зорепад” вирощує і продає овочі. Сьогодні в них три теплиці, в котрих протягом року дозріває городина. Грудень, січень, лютий росте цибуля, березень квітень розсада, а тоді до листопада вирощують огірки, червоний перець, помідори.

Господарство переконане з власного досвіду, в тому що тепличне господарство вигідна справа. Навіть одна неопалювана теплиця окуповується за два сезони. Першу теплицю зробили самі із дерев’яних рам 1996 року. Це була сезонна теплиця завширшки 2,5 метрів та довжиною 5 метрів, накрита полікарбонатом.

Теплиці опалюються. Встановлений водяний котел. Палять його дровами.

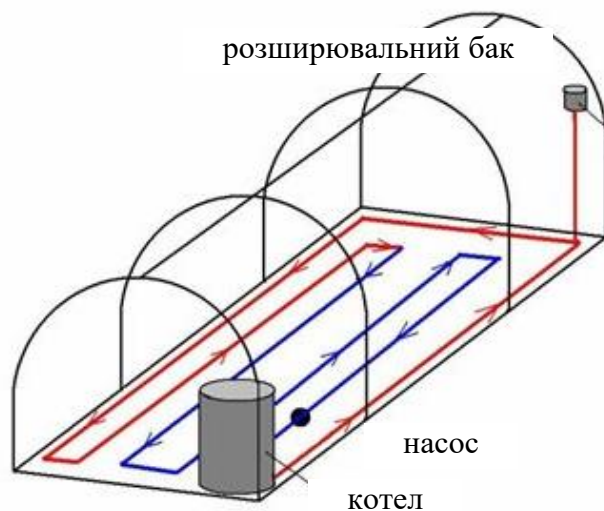


Рисунок 1.1 Схема опалення

Взимку у ночі підтримують температуру $+10^{\circ}\text{C}$, в день до $+20^{\circ}\text{C}$. Однак з часом планує перехід на сучасні технології зберігання тепла:

На сьогодні будують теплиці, стінки котрих двошарові. У проміжок між шарами плівок спеціальним вентилятором нагнітається прогріте повітря. Така технологія має ефект термоса і потребує менше тепла на опалення. Після того як зберуть урожай цибулі, висаджують на розсаду огірки, помідори та перець. Під накриттям теплиці-розсадника розташовані чотири агро лампи, котрі забезпечують для рослин необхідний спектр сонячних променів. Їх використовують в зимі та на весні.

1.2 Обґрунтування теми роботи

У моїй кваліфікаційній роботі розв'язується задача, обґрунтування параметрів системи мікроклімату в споруді закритого ґрунту за умови використання відновлюваних джерел енергії.

Завдання передімною торкається 3-ох споруд захищеного ґрунту, їх огорожувальна конструкція зроблена з полікарбонату. Як вище зазначалось розміри кожної із них 5 м на 2,5 м, таким чином їх площа приблизно становить 12,5 м.кв.

На мою думку недоліком теплопостачання даних теплиць є те що вони обігріваються не автоматизовано, тобто з допомогою людського фактору, підкладанням дров у котел водяного опалення.

Для вирішення поставленої задачі а саме обґрунтування параметрів системи мікроклімату в споруді закритого ґрунту перш за все необхідно провести аналіз різних способів і методів обігріву таких споруд. Вивчити переваги і недоліки різних систем обігрівання котрі використовуються традиційно, наприклад: водяна система обігріву, повітряна система обігріву, газова та електрична [3, 12].

Далі необхідно дослідити природньо кліматичні умови у даній місцевості а також вимоги щодо вирощування культур. Вивчити параметри температури повітря у споруді під час проростання, перших сходів і т.д.

Дослідити мінімальні показники добових температур повітря в період березня – квітня принаймні за три останні роки у 2021 році, 2022 і 2023 роках, у даній місцевості.

Провести розрахунок конструктивних параметрів споруд закритого ґрунту.

Далі розрахувати тепловий баланс споруди, та визначити тепловтрати через огорожувані елементи.

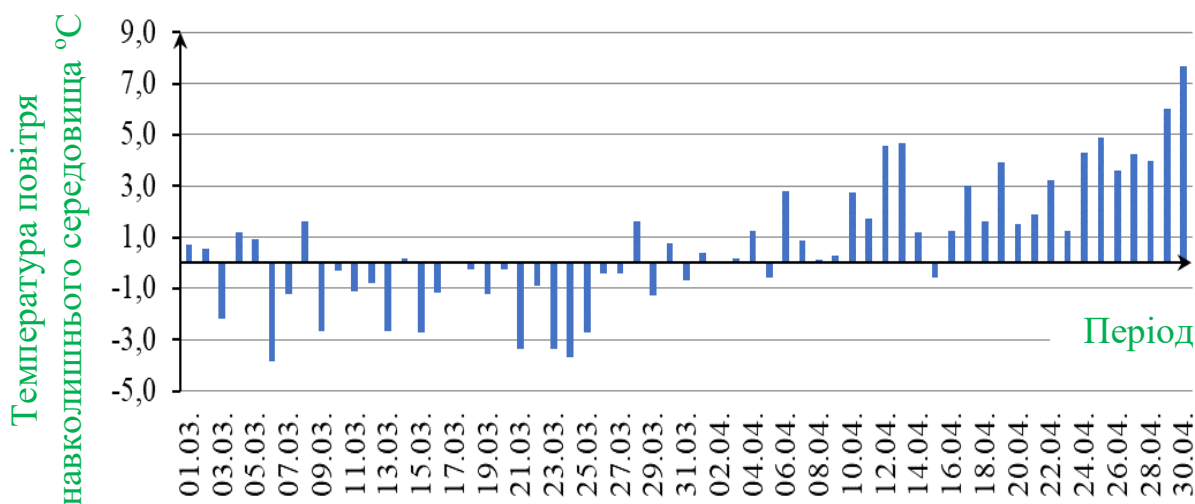
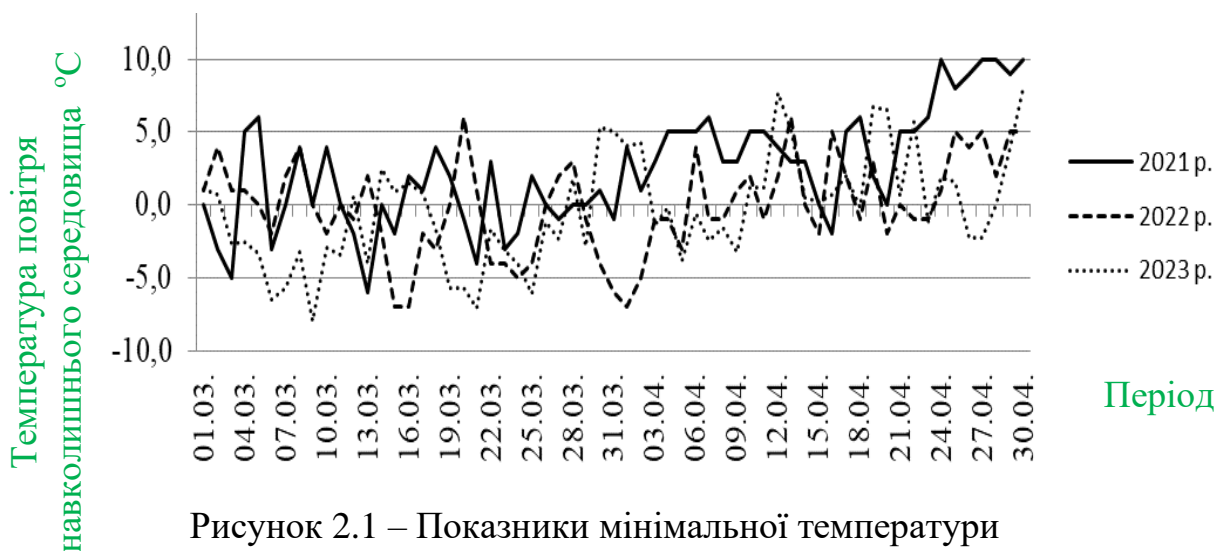
Запропонувати концепцію вирішення поставленої задачі та обґрунтувати технічні параметри системи мікроклімату в споруді закритого ґрунту за умови використання відновлюваних джерел енергії

2. ЗАГАЛЬНО ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Дослідження природно кліматичних умов

У агрофірмі “Зорепад” насіння технічних культур на розсаду в теплицях закладають приблизно при кінці лютого і доглядають за розсадою до 60 днів тобто до кінця березня.

З даних архіву гідрометеорологічного центру міжнародного аеропорту «Львів» імені Даніла Галицького, можна робити висновок про середню температуру повітря в день приблизно становить $+9...10^{\circ}\text{C}$. У ночі приблизно в період 03:00...06:00 годині бувають приморозки до мінус $5...6^{\circ}\text{C}$. Що показано на рис. 2.1., і 1.2.



2.2 Вимоги щодо вирощування

Дуже вагомий вплив на якісні параметри розсади відіграє мікроклімат, який вкрай залежить від технічної культури.

Оптимальні терміни посіву для отримання високоякісної розсади наступні: капусти ранньої 25 січня – 15 лютого, броколі та цвітної капусти 25 січня – 1 березня, помідорів 1 – 20 березня, перцю 10 – 20 березня,

Режим температури та вологості ґрунту при вирощуванні помідорів чи перцю наведені у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1. Режим температури та вологості ґрунту

Період	Температура повітря, °С			Вологість ґрунту %
	У сонячні дні	У похмурі дні	В ночі	
Проростання насіння	25	25	25	70
Вирощування сіянців	15-16	13-14	10-12	70-75
Розсада	17-19	15-16	12-14	65-80

Розсаду висаджують у терміни 50-55 днів в фазі 5-7 листків.

Вище зазначені параметри мого дослідження є першими вхідними параметрами для обчислення теплового балансу теплиці.

2.3. Розрахунок конструктивних параметрів споруди

Знаходження площі огородження – S , теплиці схема котрої наведена на рисунку 2.3., відбувається за такою методикою.

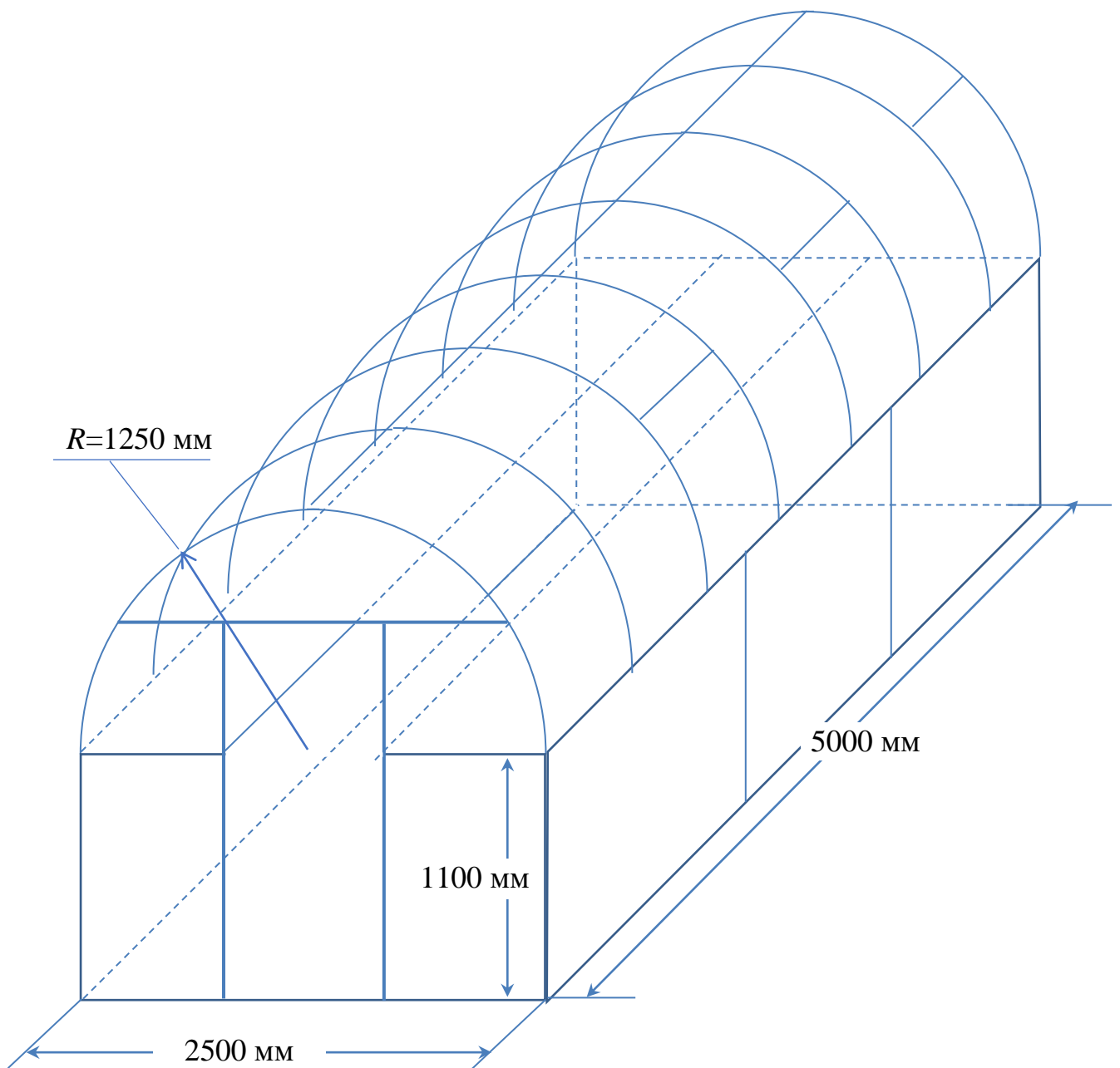


Рисунок 2.3 – Схема теплиці

Початкові дані: довжина – L , становить 5000 мм., її ширина – B , рівна 2500 мм, висота теплиці H , від ґрунту до початку арки 1100 мм, дуга арки діаметром $R = 2500$ мм.

Знайдемо площу $S_{\text{н.ч.}}$ нижньої конструкції споруди:

$$S_{\text{н.ч.}} = 2 (H \times L) + 2 (H \times B) \quad (2.1)$$

$$S_{\text{н.ч.}} = 2 (1,1 \times 5) + 2 (1,1 \times 2,5) = 16,4 \text{ м}^2$$

Знайдемо площу $S_{в.ч.}$ верхньої конструкції споруди:

$$S_{в.ч.} = \pi \times R \times L \quad (2.2)$$

$$S_{в.ч.} = 3,14 \times 1,25 \times 5 = 19,5 \text{ м}^2$$

Знайдемо площу $S_{б.с.}$ 2-х бічних конструкцій що описуються двома арками:

$$S_{б.с.} = R^2 \times \pi \quad (2.3)$$

$$S_{б.с.} = 1,25^2 \times 3,14 = 4,8 \text{ м}^2$$

Таким чином загальна площа S , огорожувальної конструкції буде рівною:

$$S = S_{н.ч.} + S_{в.ч.} + S_{б.с.} \quad (2.4)$$

$$S = 16,4 + 19,5 + 4,8 = 40,7 \text{ м.кв.}$$

Розрахована загальна площа огорожувальної конструкції теплиці є наступним параметром для розрахунку тепловтрат та обґрунтування наступних значень що будуть для підвищення енергоощадності споруди.

2.4 Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції

Розрахунок теплового балансу теплиці дає змогу знайти обсяг тепловтрат і розрахувати потрібний об'єм тепла для забезпечення оптимальних температурних параметрів повітря у середині приміщення. У нашому випадку важливою є температура не нижче $+1 \text{ }^\circ\text{C}$. Як уже зазначалось найнижча температура t_e для того щоб проростало насіння мала б бути плюс 1°C . Дослідивши у пункті 2.1. значення температури зовнішнього повітря за березень та квітень у 2021, 22 і 23 році, робимо висновок, що середньостатистичне мінімальне значення температура t_z мінус 4°C .

Розрахуємо *тепловтрати* для нашої споруди.

$$Q = k \cdot S \cdot (t_{вн} - t_{вн}) \text{ Вт} \quad (2.5)$$

де k – коефіцієнт теплопровідності полікарбонату, див табл.2.2;

S – площа огородження теплиці, м^2 .

Таблиця 2.2 Показники коефіцієнта k теплопередачі від вітру.

$v, \text{ м/с}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$k, \text{ Вт}/(\text{м}^2 \times ^\circ\text{C})$	2,2	3,0	4,0	5,1	6,2	7,3	8,3	8,9	9,7	10,3	10,8

Дані показники представлені графічно.

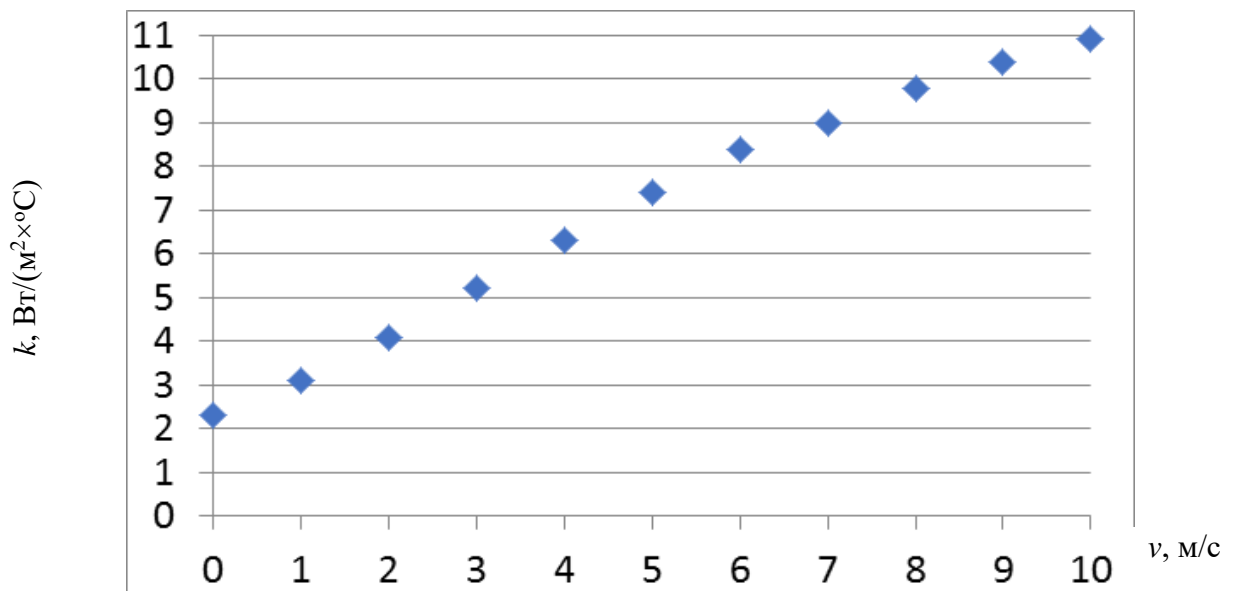


Рисунок 2.4 Коефіцієнт теплопередачі залежно від швидкості вітру

При швидкості 0 м/с, тепловтрати рівні:

$$Q_0 = 2,2 \times 40,7 \times (1 - - 4) = 447 \text{ Вт}$$

Для інших показників швидкості вітру наведено розрахунки нижче:

$$Q_1 = 3 \times 40,7 \times (1 - - 4) = 610 \text{ Вт}$$

$$Q_2 = 4 \times 40,7 \times (1 - - 4) = 810 \text{ Вт}$$

$$Q_3 = 5,1 \times 40,7 \times (1 - - 4) = 1035 \text{ Вт}$$

$$Q_4 = 6,2 \times 40,7 \times (1 - - 4) = 1258 \text{ Вт}$$

$$Q_5 = 7,3 \times 40,7 \times (1 - - 4) = 1480 \text{ Вт}$$

$$Q_6 = 8,3 \times 40,7 \times (1 - - 4) = 1684 \text{ Вт}$$

$$Q_7 = 8,9 \times 40,7 \times (1 - - 4) = 1806 \text{ Вт}$$

$$Q_8 = 9,7 \times 40,7 \times (1 - - 4) = 1969 \text{ Вт}$$

$$Q_9 = 10,3 \times 40,7 \times (1 - - 4) = 2090 \text{ Вт}$$

$$Q_{10} = 10,8 \times 40,7 \times (1 - - 4) = 2192 \text{ Вт}$$

З архіву гідрометеорологічного центру міжнародного аеропорту «Львів» імені Даніла Галицького визначено розподіл швидкості вітрів у даній місцевості. Гістограма та теоретична крива швидкості вітру побудована і відображена на рис 2.5.

Вона відображається теоретичним законом розподілу Вейбула Густина функції розподілу має такий математичний вираз:

$$f(V_2) = 0,26 \left(\frac{V_2}{4,65} \right)^{0,22} \times \exp \left[- \left(\frac{V_2}{4,65} \right)^{1,22} \right]. \quad (2.6)$$

А статистичні дані відображені у таблиці 2.3.

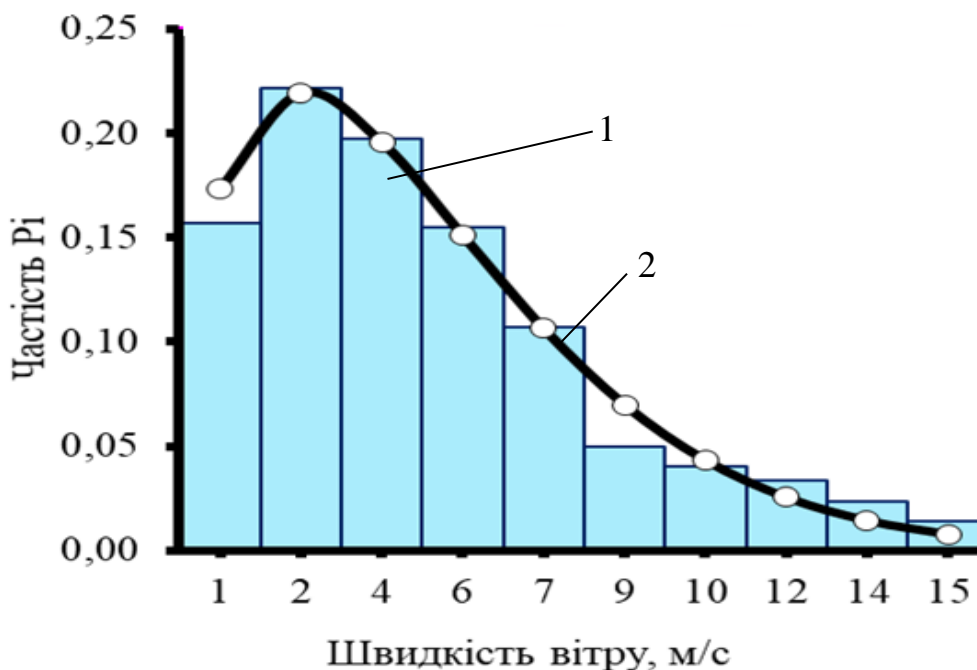


Рис. 2.4. 1 – гістограма, 2 – теоретична крива розподілу швидкості вітру в Стрийському районі у березні-квітні.

Таблиця 2.3 Характеристики швидкості вітру

Місяць	Густина розподілу швидкості вітру	Якісні показники, м/с			
		\bar{M}	$\bar{\sigma}$	\bar{D}	ν
березень	$f(V_2) = 0,26 \left(\frac{V_2}{4,65} \right)^{0,22} \times \exp \left[- \left(\frac{V_2}{4,65} \right)^{1,22} \right]$	3,81	3,55	14,4	0,92
квітень	$f(V_1) = 0,27 \left(\frac{V_1}{4,37} \right)^{0,18} \times \exp \left[- \left(\frac{V_1}{4,37} \right)^{1,18} \right]$	3,57	3,47	13,7	0,95

M – сподівання математичне; $\bar{\sigma}$ – середнє відхилення; D – дисперсія
 ν – коефіцієнт варіації;

Здійснивши аналіз природно кліматичних умов, розглянувши вимоги щодо вирощування культур а також здійснивши розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції споруди закритого ґрунту, робимо висновок про це що нам необхідно надати 1000 Вт теплової енергії, див рис.2.5.

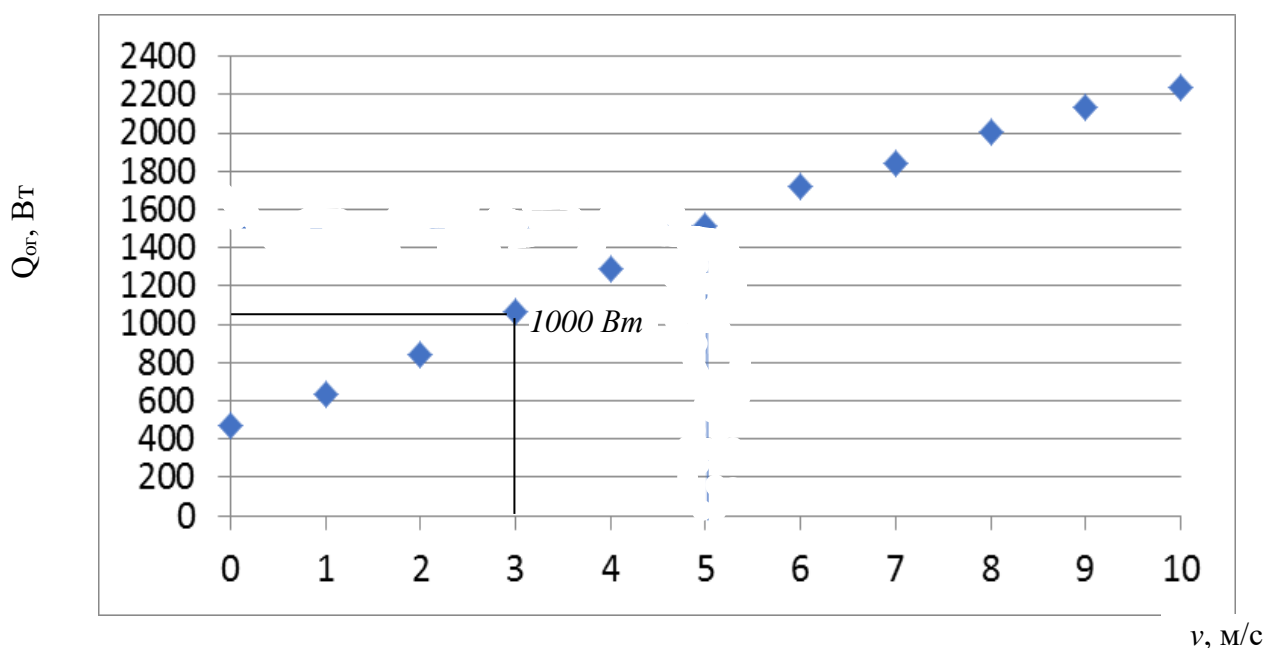


Рисунок 2.5. Залежність втрат тепла через огороження теплиці від швидкості вітру при температурі навколишнього середовища – 4 °С.

Наступним необхідним кроком є потреба у розгляді питання аналізу теплопостачання різними системами опалення.

2.5 Розгляд існуючих систем теплопостачання

Одним із основних завдань під час створення оптимальних характеристик мікроклімату теплиць є розумний вибір її конструкції та вибір системи її теплопостачання.

В даному кліматичному районі теплоізоляційних характеристик полікарбонату не достатньо, для того щоб підтримувати необхідну постійну температуру, і для того її необхідно оснащувати джерелом енергії постійного обігріву, особливо це стосується коли зовнішня температура повітря мінус.

Тому, для збільшення теплоізоляційних параметрів теплиці необхідно в конструкцію споруди внести певні зміни.

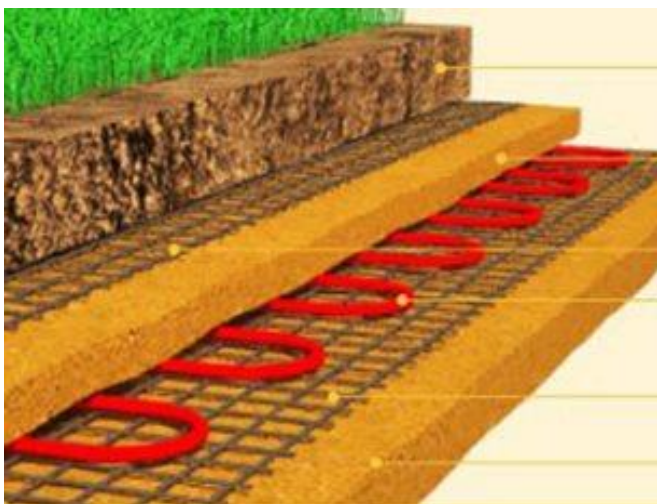
З кліматом у даному районі, для теплопостачання споруд закритого ґрунту, енергії сонця взимку недостатньо, отже потрібно утеплювати конструктивні частини та здійснити монтаж приладів теплопостачання. Як варіант *твердо паливний котел або котел на іншому паливі*. Їх встановлюють з північної сторони у приміщенні чи тамбурі у приміщенні. Таким чином обігрів повітря відбувається за допомогою природної конвекції, який є нерівномірним. Рослини розташовані ближче до джерела тепла отримують більше тепла, більш віддалені – менше. Обігрів починають з ночі і продовжують його впродовж ночі. *Дискомфорт* – при зниженні температури зовнішнього середовища необхідно кожен раз подавати паливо у котел.

Також до способів теплопостачання теплиць належить *обігрів ґрунту* (інколи його називають теплі грядки). Оптимально споруджена тепла грядка на біопаливі обігріє ґрунт на 5 – 7 років, при мінімальних затратах коштів на теплопостачання таких споруд закритого ґрунту. Вегетативне коріння технічних культур залишається у ґрунті (теплому), при тому рослина витримує значне пониження або коливання температури зовнішнього навколишнього середовища.

2.5.1 Система електричного теплопостачання

Підігрів повітря у теплицях із допомогою електроенергії показано на рис.2.6.

У випадку значних знижень температури в середині споруди роблять додатковий підігрів. Для цього беруть інфрачервоні лампи або обігрівачі. Напрявлене випромінювання обігріває поверхневий шар ґрунту та самі рослини. При тому загальна температура в теплиці може бути невеликою. Також повітря можуть прогрівати з використанням конвекторів або тепло вентиляторів.



а)



б)



в)

Рисунок 2.6 Приклад обігріву теплиці із використанням електроенергії

а) із використанням електропроводу, який закладений в ґрунт та нагріває його поверхню;

б) із застосуванням електрообігрівачів;

в) із застосуванням ламп або інфрачервоними обігрівачами.

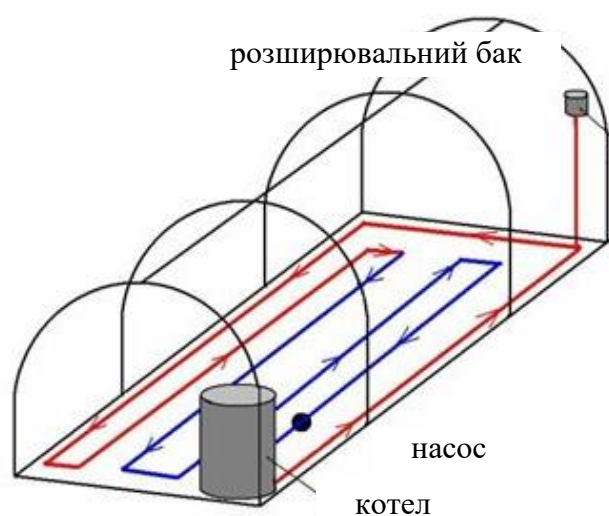
Спеціальний електропровід прокладають в ґрунт і використовують для обігріву та захисту ґрунту від промерзання. Приклад прокладання електричного кабелю показано на рис. 2.6 а.

Радіатори опалення чи конвектори розташовують по периметру – таким чином система обігріву додатково утворює захист від зимних повітряних притоків. Близько до огорожувальних елементів краще опалювальні прилади не ставити тому що при дії корпус приладу нагрівається, таким чином матеріал огорожувальних елементів може пошкодитись.

Електрообігрівачі інфрачервоні обігрівують не повітря, а площу, на яку попадають інфрачервоні промені. Таким чином прогрівається ґрунт, доріжки, рослини, і системи поливу. Такі обігрівачі монтують на кронштейни до основи теплиці. Такий спектр інфрачервоного випромінювання обігрівачів дуже близький до сонячного випромінювання і дуже корисний рослинам.

2.5.2 Система існуючого водяного опалення

Надійний вид створення хорошого мікроклімату в теплицях, рис.2.7.



- Прилади:
- котел;
 - гріючий контур;
 - бак розширювальний;
 - група безпеки;
 - насос примусової циркуляції води.

Рисунок 2.7 Система водяного опалення

Монтаж існуючої системи опалення обійшовся із слів працівників агрофірми недешево. Її переважно встановлюють в теплицях із великою площею, що використовуються під вирощування технічних культур, квітів.

Для системи водяного опалення можна використовувати різні котли: газові; твердопаливні; електричні.

Вибір виду цього чи іншого котла відбувається у залежності від виду енергетичного ресурсу та особистих вподобань власників. Монтаж такої системи опалення мало чим відрізняється один від одного, різниця в тому, що наприклад газові і електричні котли що входять у систему мають вмонтовану групу безпеки та циркуляційний насос. В таблиці – 2.4., наведено технічні характеристики різних систем обігріву для теплиць, а також наведено переваги та недоліки їх використання.

Таблиця 2.4. Характеристика систем обігрівання

Система обігрівання	Технічна характеристика	Переваги	Недоліки
1	2	3	4
Водяна	Теплоносій – вода, має високу теплоємність, густину і в'язкість, розширюється при нагріванні із зменшенням густини, виділяє адсорбовані газу при підвищенні температури і зменшенні тиску. Температура води знижується внаслідок теплопередачі через стінки труб та приладів. Температура приміщень регулюється температурою води, яку подають у прилади обігрівання. Система має велику теплоакумулюючу здатність.	Система характеризується низькою металомісткістю, безшумністю в роботі, забезпечує досить рівномірну температуру приміщень при досить невисокій температурі поверхні приладів обігрівання.	Значна металомісткість Великий гідростатичний тиск у системі. Теплова інерція води уповільнює регулювання тепловіддачі приладів обігрівання.

1	2	3	4
Повітряна	Теплоносій – повітря, яке має малу теплоємність і густину, велику рухомість, розширюється при нагріванні із зменшенням густини. Температура нагрітого повітря знижується за рахунок теплопередачі через стінки повітропроводів і перемішування з повітрям опалюваного приміщення.	Система забезпечує швидку зміну та рівномірність температури приміщень, вентиляцію приміщень.	Мала теплоакумлююча здатність, велика площа поперечного перерізу і витрати металу на нові повітропроводи. Відносно велике зниження температури вздовж повітропроводів.
Газова	Теплоносій – продукти згорання газу і повітря	Високий ККД (близький до 100%), мала інерційність, металомісткість і вартість. Можливість одночасно з обігріванням підживлювати рослини вуглекислим газом.	Нерівномірність розподілу тепла по теплиці, надмірна інтенсивність випромінювання, імовірність виділення в приміщення (при неправильній експлуатації) продуктів неповного згорання
Електрична	Теплоносій – повітря, рідина, ґрунт, які мають контакт з електронагрівальними елементами.	Висока готовність до негайної експлуатації. Простота регулювання тепловіддачі від електронагрівальних елементів.	Висока вартість одиниці енергії та її дефіцит. Труднощі у забезпеченні надійної електробезпеки.

3. СИСТЕМА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ ТЕПЛИЦІ ЗА РАХУНОК ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ СОНЦЯ ТА ВІТРУ

Запропонована мною вітро – сонячна система енергопостачання представляє собою ротор з горизонтальною віссю та сонячні фотоелектричні панелі рис 3.1.

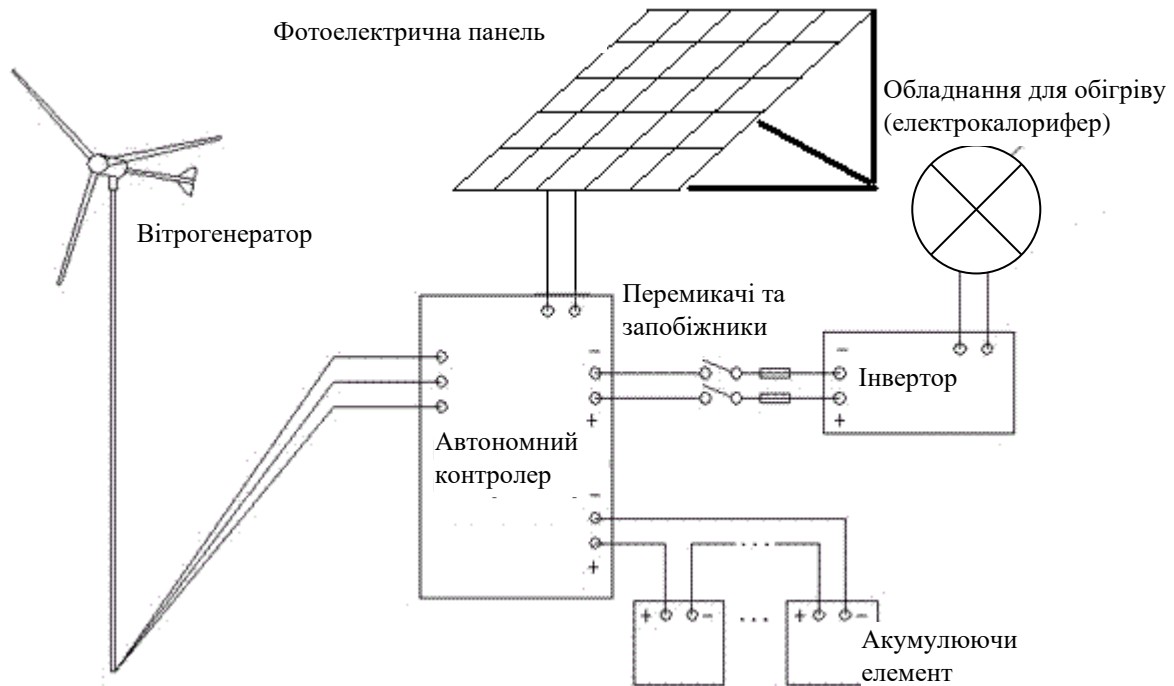


Рисунок 3.1. Гібридна автономна система – сонце-вітер

Вона дає змогу приєднати фотоелектричні панелі та вітрогенератор через гібридний (автономний) контролер заряду чи з допомогою іншого окремого контролера заряду до системи в цілому.

Ідея вітрогенератора складається із самого ротора, котрий знаходиться у контейнері. Через ефект піднімання, котрий виникає, тоді коли вітер проходить по даху або сонячних панелях електростанцій, обертовий вал приводиться у дію, таким чином, проводить у рух електрогенератор.

Вітроустановка може монтуватись окремо або спільно із сонячними фотомодулями. Працює як в день, так і в ночі і навіть при невеликій швидкості вітрового потоку.

Виробництво електричної енергії розпочинається при швидкості від 1,2 ...2 м / сек. Однак для ефективної роботи потрібна швидкість від 3 до 5 м / сек. При великій швидкості вітру відключення від системи не потрібно.

Така електростанція з допомогою вітро турбіни змінює механічну енергію вітру у електричну. Запропонована система співвідноситься до відновлюваної енергетики, так як вітер відновлювальне джерело енергії, не передбачуване та непостійне.

Вітер – постійний та невичерпний енергетичний носій, котрий має складних та мало передбачуваний фізичних характеристик для будь якої географічної місцевості у часі.

Чим більше у діаметрі вітроколесо, тим буде більший повітряний потік який воно зачепить і тим більше вироблятиметься електроенергії.

Головна перешкода на шляху застосування енергії вітру – економічна тому що потужність вітро установки залишається невеликою а частина витрат на її експлуатацію значною.

В будь якої технічної системи чи пристрою існують свої переваги і недоліки. На прикладі вітро установки вони наступні.

Переваги системи:

- джерело відновлювальної енергії;
- не забруднюють навколишнього середовища;
- безкоштовна енергія;
- відносно незначні трудно затрати на її монтаж;
- короткий період на введення у експлуатацію;
- можуть ставитись на місцевості що непридатна для ведення сільськогосподарських робіт, наприклад (узбережжя річок, морів, океанів, скали, пустелі).

Недоліки системи:

- негативний вплив на теле мережу;
- зважаючи на циклічність вітру необхідно додаткові джерела енергії (наприклад, додаткові генераторні пристрої);
- несуть небезпеку для птахів;
- можуть здійснювати надмірний шум.

Для хорошої роботи необхідно, щоб відстань від вітроколеса до перешкоди була приблизно у 15...17 разів більшою ніж значення, котре є відстанню між лопаттю, що розташована внизу, до поверхні перешкоди.

3.1 Конструкція вітроенергетичної установки

Вагомою властивістю вітро енергетичних систем, котрі використовують для електро постачання є одинична невелика потужність, яка для окремих варіантів може становити близько 20 кВт. Монтаж, великої потужності дає як проблеми фінансові для реалізації схожих проектів, так і технологічні та організаційні труднощі. Загальним способом застосування вітроустановок є їхнє використання для енергозаощадження в деяких технологічних процесів встановленої потужності.

З огляду на це в подальшому перспективним є використання вітроенергетичних установок для енергетичного забезпечення загальних повсякденних вимог, наприклад: освітлення, вентиляція, кондиціонування, водопостачання, теплопостачання, та інше. У моїй кваліфікаційній роботі розв'язується задача можливість використання вітроенергетичних установок для системи електричного теплопостачання теплиць, через процес обігріву, що у неважній мірі, відносно до інших процесів, має значну вимогу щодо якості енергопостачання.

Врахувавши незначну нерівномірність швидкості вітру в місцевості де розташовані споруди закритого ґрунту, мною зроблено висновок про необхідність системи акумулювання електричної енергії.

Окрім того, встановлення системи накопичення електро енергії потребує додаткових приладі з перетворенням напруги постійного струму в змінну. Таким чином ми зробили наступний висновок, вітрогенераторна система має працювати по наступній схемі: потік вітру, вітрове колесо, передаючий пристрій Р генератор ГН регулювання напруги РН акумулюючий прилад АП інвертор ІВ тепловентилятор ТВ рис. 3.2

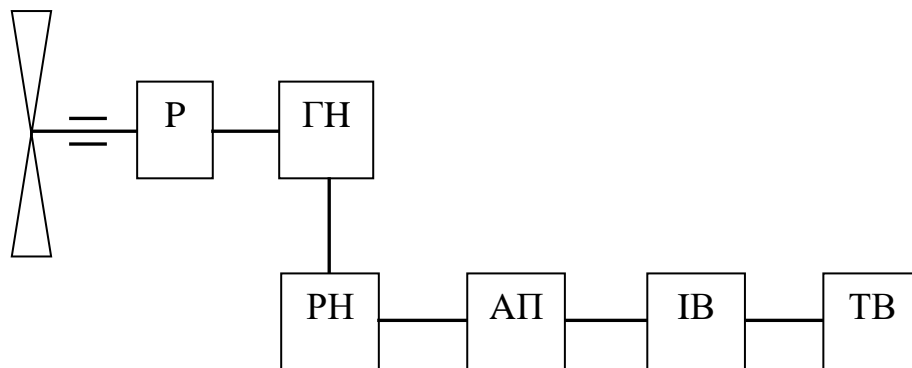


Рис. 3.2 Схема вітро установки.

Але необхідно зазначити, що окреслена послідовність наведеної системи не дуже ефективна, особливо для вітро електричних установок малої та середньої потужності, так як існує декілька етапів перетворення енергії, що мінімізує коефіцієнт корисної дії обраної схеми в цілому. Також вагома ціна інвертора, котра приблизно рівна ціні головки вітроустановки, а це збільшує загальну вартість системи та таким варіантом збільшується термін її окупності.

Дуже часто у системі енергопостачання використовують простішу схему наприклад за послідовністю таких елементів: потік вітру, вітрове колесо, передаючий пристрій, генератор, акумулюючий прилад, тепловентилятор. Дана схема, системи показана на рис.3.3.

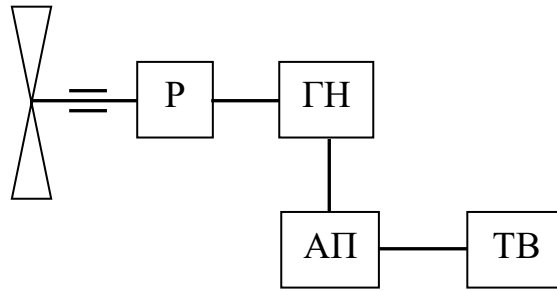


Рис. 3.3 Схема вітроустановки.

Властивість наведеної схеми наступна. Для виробництва електроенергії використовується електричний генератор з напругою 220 V із стрімко падаючою вихідною рекомендацією, що дозволяє включати його послідовно до акумуляторних приладів через випрямлювач без регулятора напруги.

Кількість акумуляторних приладів підбирається так, щоб їх сумарна напруга становила 220 V.

3.2. Обґрунтування системи енергопостачання за рахунок використання енергії вітру

Розрахунок затрат електроенергії на обігрів дослідної споруди був наведених та представлений графічно в п.2.4, *Розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції*

З графіка що зображений на рис.2.5 можна стверджувати що чим більша швидкість руху вітру тим більші втрати тепла у теплиці і тоді нам додатково буде необхідно 1 кВт енергії на теплопостачання теплиці. Зважаючи на вище описане дослідження рекомендую що у даному випадку оптимальним варіантом теплопостачання теплиці буде електричний калорифер потужністю 1 кВт, тому що ним одночасно можна здійснювати теплопостачання та примусову рециркуляцію повітря в середині споруди.



У холодний період його можна використовувати як надходження теплової енергії, і навпаки у теплий період року тобто в літку можна використовувати як кондиціонер для надходження холодного повітря таким чином створювати оптимальний мікроклімат, оптимальну температуру повітря у споруді закритого ґрунту.

Зважаючи на такий фактор що у споруді захищеного ґрунту переважно завжди має бути плюсова температура повітря то електричний калорифер має мати стаціонарне джерело електричного живлення. Як приклад від акумуляторних приладів через інвертор.

3.2.1 Обґрунтування технічних параметрів акумуляторної батареї

Максимальне значення струму визначається як частка від найбільшої потужності P до напруги U .

$$I = P / U \quad \text{А,} \quad (3.1)$$

$$I = 1000 / 100 = 10 \text{ А}$$

Електричний калорифер, з потужністю 1 кВт, подає тепло у максимально холодний період у добі тобто від 03:00 год., ночі до 08:00 год., ранку приблизно 5 год. Таким чином для розрахунку необхідної ємкості

аккумуляторного приладу нами було враховано безперервну дію роботи системи.

Добуток струму на потрібний час t безперервного теплопостачання від аккумуляторного пристрою дає необхідну нам ємність аккумулятора E , $A \cdot \text{год}$.

$$E = I \cdot t \quad A \cdot \text{год} \quad (3.2)$$

$$E = 10 \cdot 5 = 50 \quad A \cdot \text{год}$$

Для цього щоб збільшити термін експлуатації аккумуляторного пристрою, ступінь правильного розряду має бути набагато меншим. Рахується що у буферному режимі роботи котрий забезпечує максимальну довговічність аккумуляторного пристрою, глибина розряду має бути не меншою ніж 30 % за номінальну ємність. Так як аккумуляторні пристрої будуть працювати в споруді захищеного ґрунту в холодну погоду, то чином глибина розряду мінімізується до 75 % від номінальної ємності. Тому в нашому прикладі:

$$E = 50 / (0.3 \cdot 0.75) = 210 \text{ A} \cdot \text{год}$$

Отже для цього щоб система енергопостачання споруди закритого ґрунту ефективно та безперебійно давала можливість 1 кВт теплової енергії, їй необхідно аккумуляторний пристрій ємністю приблизно 210 $A \cdot \text{год}$.

3.2.2 Обґрунтування технічних параметрів інвертора

Інвертор – пристрій який переробляє постійний струм на струм змінний однофазний або струм багатofазний.

Для обґрунтування параметрів інвертора необхідно знати дані про напругу U у системі акумуляування, напругу споживання у електромережі та максимальну потужність. Так як параметри були визначені скоріше, то ми підбираємо потрібний вид інвертора із стандартного ряду. Його технічні характеристики представлені у табл. 3.1.

Таблиця 3.1 Характеристики інвертора

Максимальна потужність навантаження, <i>кВт</i>	1,3
Номінальна потужність, <i>кВт</i>	1
Напруга акумулятора, <i>В</i>	100
Межі вхідної напруги без переходу на акумулятор, <i>В</i>	160 – ...
Побудова вихідної напруги	Off - line
Пристрій зарядний	Автоматичний трьох етапний
Струм заряду акумулятора	15...20 А
Нестабільність напруги під час роботи від акумулятора, не більше %	0,4
Частота напруги, Гц	50 + / – 0,5
Вид вихідного сигналу	Коефіцієнт гармоніки менше 5%. Синусоїда.
Час перевлаштування при зникненні напруги, менше, мс	5...10
Коефіцієнт корисної дії %	95
Наскрізний нуль	+
Індикація	Цифровий дисплей

При підборі інвертора також необхідно врахувати вид електро споживача, який буде під'єднаний до інвертора, та адекватно до аналізу характеристик інверторів обрати потрібний.

3.2.3 Розрахунок вітрового потенціалу місцевості

З даних архіву гідрометеорологічного центру міжнародного аеропорту «Львів» імені Данила Галицького знайдено показники швидкості вітру для

умов міста Стрий, Львівської області. Робимо аналіз вітрового потоку для даного регіону, та обчислюємо середню і встановлену швидкість.

Енергія потоку вітру W для визначеного поперечного перерізу поверхні обчислюється залежністю швидкості вітрового потоку за кубічним законом:

$$W = 0,5 \cdot \rho_{\text{п}} \cdot S \cdot v_{\partial}^3 \cdot T, \text{ кВт} \cdot \text{год} \quad (3.3)$$

$$v_{\partial} = 0,637 + 1,083 \times v_c$$

$\rho_{\text{п}}$ – густина повітря $1,3 \text{ кг/м}^3$; S – площа сприймаючої поверхні, 1 м^2 ;

v_{∂} – швидкість потоку повітря, м/с, T – час дії вітру, год; v_c – середньо статистична швидкість вітру в місяць, м/с., у березні – $4,8 \text{ м/с}$, у квітні – $4,6 \text{ м/с}$

Розрахуємо швидкість потоку повітря та його енергію у березні та квітні:

$$v_{\partial.бер} = 0,637 + 1,083 \cdot 4,8 = 5,8 \text{ м/с}$$

$$v_{\partial.кві} = 0,637 + 1,083 \cdot 4,6 = 5,6 \text{ м/с}$$

$$W_{бер} = 0,5 \cdot 1,3 \cdot 5,8^3_{\partial.бер} \cdot 744 = 95 \text{ кВт} \times \text{год}$$

$$W_{кві} = 0,5 \cdot 1,3 \cdot 5,6^3_{\partial.кві} \cdot 744 = 85 \text{ кВт} \times \text{год}$$

Таблиця 3.2 Енергетичний потенціал вітру

Період	Швидкість вітру (середня), м / с	Швидкість вітру встановлена, м / с	Енергія вітру кВт × год / м ²
Березень	4,8	5,8	95
Квітень	4,6	5,6	85
Загалом	4,7	5,7	180

Дані параметри що представлені у таблиці є потрібні для обчислення технічних характеристик вітроенергетичної установки.

3.2.4 Обґрунтування технічних характеристик вітроустановки

Для обґрунтуванням технічних характеристик у даному випадку загальної площі вітроустановки S , яка буде забезпечувати процес виробництва потрібного об'єму електроенергії для споруди захищеного ґрунту потрібно використовувати формулу:

$$S = W_{\text{дп}} / W \cdot \xi \cdot \eta_{\text{Г}} \cdot \eta_{\text{М}} \cdot \eta_{\text{ін}} \cdot \eta_{\text{акб}} \quad (3.4)$$

$W_{\text{дп}}$ – необхідна енергія за період, 150 кВт·год; W – дійсна енергія вітру кВт·год; ξ – коефіцієнт застосування енергії вітру 0,4; $\eta_{\text{М}}$ – ккд мультіплікатора 0,75; $\eta_{\text{Г}}$ – ккд електрогенератора 0,75; $\eta_{\text{акб}}$ – ккд акумулятора 0,75; $\eta_{\text{ін}}$ – ккд інвертора 0,91.

$$S = 150 / 95 \cdot 0,4 \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 0,91 \approx 8 \text{ м}^2$$

Знайдемо діаметр вітрового колеса:

$$D = \sqrt{4 \cdot S / \pi} \quad (3.5)$$

$$D = \sqrt{4 \cdot 8 / 3,14} = 3,3 \text{ м}$$

Потужність системи при швидкості вітру розраховуємо:

$$P = 0,5 \cdot D^2 \cdot v_{\text{д}}^3 \cdot \xi \cdot \eta_{\text{Г}} \cdot \eta_{\text{М}} \cdot \eta_{\text{ін}} \cdot \eta_{\text{акб}} \quad (3.6)$$

$$P = 0,5 \cdot 3,3^2 \cdot 5,7^3 \cdot 0,4 \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 0,75 \cdot 0,91 = 4,23 \text{ кВт}$$

Отже нами підібрано електрогенератор за характеристиками вітроенергетичної установки. А характеристики представлені в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 Характеристики генератора

P	f	U	I	η
кВт	Гц	В	А	%
4,2	50	220	2,8	0,75

Висновок: мною обґрунтовано технічні характеристики системи енергопостачання за рахунок застосування енергії вітрового потоку.

3.3 Визначення природного сонячного потенціалу

Переважно фотоелектричні установки направляють до південного напрямку і нахиляють до горизонту під кутом котрий рівний географічній широті даної місцевості, наприклад для Львівської області він становить приблизно 49° . У літній період даний кут нахилу потрібно б було знизити на 15° , а у літній період збільшити на 15° . Обсяг енергії сонця H^d_{β} , котру теоретично можливо використати для згенерування, знаходять за уже відомим надходженням енергії сонця на похилу площу [14].

В останній період для розрахунків застосовують дані супутникових спостережень котрі є на інтернет ресурсах національного управління з авіонавтики і дослідження космічного простору NASA див. табл. 3.4

Таблиця 3.4 Характеристика сонячного випромінювання на 1 м^2

Параметр	Місяць року	
	березень	квітень
H^d_{β} кВт× год / м^2	3,45	3,95
Опт кут нахилу до горизонту	43°	27°

У зимово весняний період оптимальний кут нахилу фотоелектричної установки приблизно становитиме 35° до горизонту.

3.4 Обґрунтування технічних характеристик фотоелектричної панелі

При підборі і розрахунку вітроенергетичної установки нами вже було обґрунтовано параметри обладнання що входить у систему обігріву теплиці. Наприклад ємність акумуляторної батареї E_a має становити $210 \text{ А} \times \text{год}$.

Також обґрунтовано технічні параметри інвертора які наведені в таблиці 3.1.

Наступним кроком наведемо розрахунок та підбір фотоелектричної панелі

Сонячний фотоелектричний елемент до установки має такі характеристиками:

Таблиця 3.5 – Характеристики фотоелектричного елемента

Параметр	монокристал
Потужність	4.3 Вт
Напруга без навантаження	0,6 В
Напруга робоча	$U_{ce} = 0.5$ В
Струм	$I_{ce} = 7$ А
Струм короткого замикання	8,2 А
Розміри	15,6 × 15,6 см

Фото електрична панель передає заряд до акумулюючого приладу. Сила струму заряду повинна становити $\approx 13\% \dots 15\%$ від його ємності.

$$I_{зар} = E_a \times 0.15 \approx 30 \text{ А.}$$

Розрахунок об'єму електроенергії проводився за допомогою наступної формули:

$$P_{\text{ФП доб.}} = E \cdot S \cdot N_{\text{фп}} \cdot \eta_{\text{фп}} \cdot \eta_{\text{т}} \quad (3.7)$$

$$P_{\text{фп доб.}} = 3450 \cdot 0.023 \cdot 8 \cdot 0.15 \cdot 0.85 \approx 90 \text{ Вт} \cdot \text{год}$$

$P_{\text{фп доб.}}$ – кількість сформованої енергії, Вт · год / день; E – середньомісячний показник випромінювання, Вт · год / м²; S – поверхня сонячного модуля м²; $N_{\text{фп}}$ – число модулів; $\eta_{\text{фп}}$ – к.к.д. модуля; $\eta_{\text{тп}}$ – тепловий коефіцієнт, який враховує теплові втрати сонячного модуля, при його нагріванні, приблизно 85 відсотків.

Кількість фотоелектричних перетворювачів, було округлено до ближчого більшого значення:

$$N_{\text{фп}} = P_{\text{фп}} / E \cdot S \cdot \eta_{\text{фп}} \cdot \eta_{\text{тп}} \quad (3.8)$$

де $P_{\text{фп}} = P_{\text{фп доб.}} \cdot 0,85$ – потужність системи, враховуючи втрати.

$$N_{\text{фп}} = 90 / 3450 \cdot 0.023 \cdot 0.15 \cdot 0.85 = 7,99 \approx 8 \text{ ел.}$$

На виході фото панелі відбувається генерація струму об'ємом 8 А, напруга 12 В. для того нам потрібний контролер заряду PWM із струмом 10А, та напругою 12 В.

Таблиця 3.6. Характеристики системи енергопостачання споруди за рахунок застосування енергії сонця

Обладнання	Технічні параметри
Фото електрична панель	KV 65 Вт / 12 В
	Загальна площа 1,6 м ²
Контролер заряду	30 А / 12 В
Акумуляюючий прилад	100 В / 210 А × год
Регулятор температури	РТ – 0103
Температурний датчик	РТ – 100
Тепло вентилятор	1 кВт

Висновок: мною розраховано та технічно обґрунтовано технічні параметри системи енергопостачання за рахунок використання енергії сонячного випромінювання.

3.5 Система зволоження ґрунту

Регулювання вологості ґрунту здійснюється автоматично або за тимчасовою програмою агрослужби послідовним включенням і відключенням приводів електромагнітних вентилів системи поливу рис. 3.4. Тривалість включення, а отже, й поливу становить 30...120 с., кількість повторень – від 1 до 4, тривалість включення від 1 до 24 год. вентилі об'єднані в групи по 2-4.

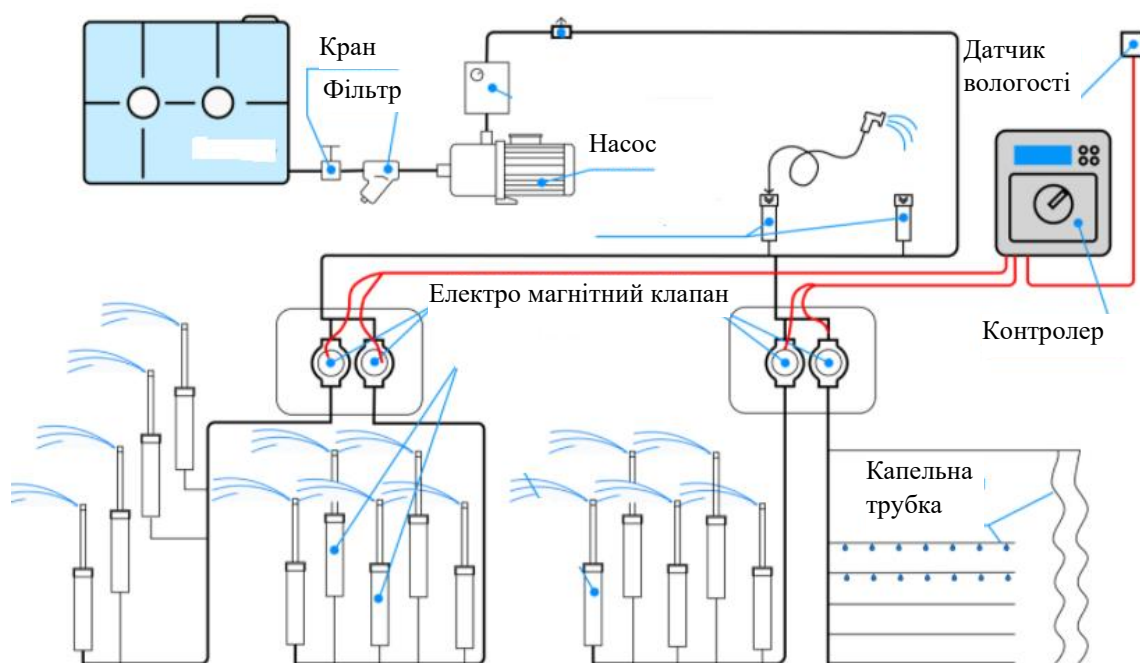


Рисунок 3.4 – Система зволоження ґрунту

Кількість їх у кожній групі визначається загальною кількістю та тиском води у системі зрошення. Дана система забезпечує дотримання оптимальної вологості ґрунту на рівні 70% від її повної вологоємкості з можливістю регулювання у межах від 60 до 80%.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Заходи щодо попередження травматизму

Проаналізувавши події, пропоную наступні заходи щодо попередження травматизму:

1. До роботи допускати осіб, які пройшли інструктаж з техніки безпеки при виконанні конкретних робіт та вивчили будову і правила експлуатації різних механізмів і пристосувань.
2. Не допускати до експлуатації механізми і пристосування, технічний стан яких не відповідає технічним умовам.
3. Систематично проводити навчання працівників прийомів безпечного виконання робіт, правилам техніки безпеки з проведенням атестаційних іспитів.

4.2 Розрахунок контурного заземлення теплиці

Опір розтікання струму через одиночний заземлювач з труб діаметром 25... 50 мм визначаємо за формулою:

$$R_{mp} = 0,9 \cdot (p / l_{mp}), \quad (4.1)$$

де p – питомий опір ґрунту, який вибирають в залежності від його типу, Ом·см (для піску воно дорівнює 40 000 ... 70 000, для суглинку – 4000 ... 15 000, для глини 800 ... 7000, для чорнозему – 900 ... 5300). Так як ґрунт має структуру чорнозему, приймаємо середнє значення 3000 Ом·см;

l_{mp} - довжина труби, м. $R_{mp} = 0,9 \cdot 300 = 270$ Ом. Далше визначаємо орієнтовну кількість вертикальних заземлювачів без урахування коефіцієнта екранування:

$$n = R_{mp} / r, \quad (4.2)$$

де r - допустимий опір заземлюючого пристрою, Ом.

$$n = 27 / 4 = 6,8 \text{ шт.}$$

Відповідно до *Правил улаштування електроустановок* (ПУЕ) на електричних установках напругою до 1000 В допустимий опір заземлюючого пристрою повинен бути не більше 4 Ом. Розмістивши вертикальні заземлювачі на плані і визначивши відстань між ними, визначаємо коефіцієнт екранування заземлювачів (табл. 4.1).

Таблиця 4.1 – Коефіцієнти екранування заземлювачів $\eta_{тр}$

Число труб (кутників)	Відношення відстані між трубами	$\eta_{тр}$	Відношення відстані між трубами	$\eta_{тр}$	Відношення відстані між трубами	$\eta_{тр}$
4	1	0,66...0,72	2	0,76...0,8	3	0,84...0,86
6	1	0,58...0,65	2	0,71...0,75	3	0,78...0,82
10	1	0,52...0,58	2	0,66...0,71	3	0,74...0,78

Так як розрахункова довжина з'єднувальної смуги незначно більша за периметр теплиці, то довжину з'єднувальної смуги необхідно прийняти рівною периметру теплиці плюс 12 ... 16 м:

$$a_n = l_n + 12. \quad (4.3)$$

$$a_n = 17 + 1,2 = 18,2 \text{ м.}$$

Визначаємо опір розтіканню електричного струму через з'єднувальну смугу:

$$R_n = 2,1 \cdot (p / l_n), \quad (4.4)$$

$$R_n = 2,1 \cdot (182\,900) = 10,38 \text{ Ом.}$$

Визначаємо результуючий опір розтіканню струму всього заземлювального пристрою:

$$R_3 = R_{тр} R_{п\eta} R_{тр} + \eta_{тр} R_{пn1}, \quad (4.5)$$

де $\eta_{п}$ - коефіцієнт екранування сполучної смуги, $\eta_{п} = 0,7$.

$$R_3 = 270 \cdot 10,38 \cdot 0,7 \cdot 270 + 1 \cdot 10,38 \cdot 68 = 3,1 \text{ Ом.}$$

Отриманий результуючий опір розтіканню струму всього заземлювального пристрою порівнюємо з допустимим. На плані теплиці розміщуємо вертикальні заземлювачі і з'єднувальну смугу.

4.3 Безпека життєдіяльності при електрифікації сільськогосподарських об'єктів

Електрифікація стала міцною базою переведення сільського господарства країни на індустріальну основу з використанням високопродуктивної техніки і засобів автоматизації. Електрична енергія в сільськогосподарському виробництві застосовується повсюдно. Основна її частина перетворюється в механічну енергію в електроприводах стаціонарних і пересувних сільськогосподарських машин та знарядь. Вона у великих кількостях використовується для обігріву парників, підлог в тваринницьких приміщеннях, підігріву повітря в опалювально-вентиляційних установках і т. д. Переваги електрики перед іншими видами енергії незаперечні. Але вона невидима, не має ні запаху, ні кольору, беззвучна і тому дуже небезпечна, особливо якщо не знати основних правил електробезпеки або, знаючи, порушувати їх. Безграмотність, недбалість і неухважність в поводженні з електроенергією, як на виробництві, так і в побуті, можуть призвести до нещасних випадків. Ось чому зараз, коли електрика знаходить повсюдне застосування в сільській місцевості, проблема навчання людей, які там проживають, правилам електробезпеки стає особливо актуальною. Численні випадки травматизму, пов'язані з електричним струмом, бувають викликані різними причинами. Основні з них такі: - порушення правил електробезпеки в охоронній зоні лінії електропередачі (ЛЕП); - дотик до провідників, які опинилися під напругою; - порушення правил електробезпеки при усуненні несправностей на підстанціях і в розподільних щитах, при експлуатації пересувних машин на

токах і обладнання на тваринницьких фермах; - експлуатація несправних зварювальних трансформаторів; - відсутність заземлення (занулення) електроустаткування; - порушення технології монтажу і демонтажу електроустановок; - заміна електроламп під напругою; - використання несправного інструменту і т. д. Основні правила електробезпеки повинні знати, перш за все, електрики, механізатори, різноробочі - люди, що найчастіше мають справу з електричним струмом, а також представники інших професій, які пов'язані з ним безпосередньо або побічно. *Теплиці з електричним обігрівом.* Згідно ПТЕ і ПТБ парники і теплиці з електричним обігрівом за ступенем небезпеки ураження струмом діляться на дві категорії:

- 1) *категорія А* - напруга живлення електронагрівальних елементів вище 65 В при обігріві за допомогою електродів, закладених в землю, або неізолюваних опорів, прокладених в землі або по повітрю;
- 2) *категорія Б* - напруга живлення нагрівальних елементів не більше 65 В при обігріві за допомогою електродів, прокладених в землі або по повітрю, а також при напрузі вище 65 В, але з прокладкою нагрівальних елементів в азбоцементних трубах або при застосуванні спеціальних нагрівальних кабелів. У сільському господарстві культиваційні споруди обігрівають за допомогою сталевого неізолюваною дроту, прокладеного в трубах або ґрунті, спеціальними нагрівальними проводами ПОСХВ і електрокалорифера. Ділянки під парниками і теплицями категорії А обносять парканом висотою 2 м, віддаленим на відстані не менше 1 м від найближчих споруд. Обслуговувати електрифіковані парники і теплиці доручають спеціально підготовленого персоналу - електриками, які мають кваліфікаційну групу по техніці безпеки не нижче III. Вони несуть відповідальність за нормальну експлуатацію електроустановок і безпеку роботи в парниках і теплицях. Перед включенням парників і теплиць категорії А електрик зобов'язаний переконатися, що на ділянці немає людей, закрити вхід на територію і вивісити плакати «*Під напругою! Небезпечно для життя*», «*Вхід на територію заборонено*». Працювати в

парниках і теплицях категорії А можна тільки при повному знятті напруги. Електричне освітлення може залишатися включеним. За ступенем небезпеки ураження електричним струмом парники і теплиці категорії Б менш небезпечні, ніж категорії А, однак при їх обслуговуванні також необхідно суворо дотримуватися правил техніки безпеки. Перш ніж включити їх на електрообігрів, електрик зобов'язаний сповістити всіх працюючих в них про це і вивісити попереджувальний плакат «*Під напругою! Небезпечно для життя*». Пристрої для автоматичного регулювання температури і вологості всередині споруд виконують на напрузі не вище 36 В. Рукоятки регуляторів для установки і зміни режимів, як правило, виготовляють з ізолюючих матеріалів. Змінювати режими автоматичного регулювання температури і вологості в теплицях і парниках можуть ті, хто їх обслуговують, але за умови, що вони пройшли інструктаж з електробезпеки під керівництвом електрика на робочому місці. Про проведення інструктажу записують в спеціальному журналі з обов'язковим розписом інструктували та особи, яка інструктує. У електрифікованому парниково-тепличному господарстві повинні бути електрична схема всієї ділянки закритого ґрунту, інструкції по експлуатації та безпечного обслуговування електроустановок, а також комплект захисних засобів. Для виключення небезпеки ураження кроковою напругою забороняється виконувати будь-які зміни в схемах комутації електропарникового тепличного господарства без погодження з організацією, що має право змінювати схему.

4.4. Захист населення

Заходи щодо захисту цивільного населення плануються проводити в населених пунктах де розташована будівля. Водночас характер та зміст захисних засобів встановлюється в залежності від виду та ступеня загрози,

місцевих умов з урахуванням важливості виробництва для безпеки населення і інших економічних і соціальних чинників.

Головною функцією адміністрації у разі виникнення надзвичайної ситуації є захист населення та організації його життєзабезпечення.

Основні заходи щодо захисту населення плануються та здійснюються завчасно і мають випереджувальний характер. Це стосується насамперед підготовки, підтримання у постійній готовності індивідуальних та колективних засобів захисту, їх накопичення, а також підготовки до проведення евакуації населення із зон підвищеного ризику.

Керівництво є безпосередніми виконавцями цих заходів, вони розробляються завчасно, проводиться навчання робітників та службовців способам захисту та діям в умовах надзвичайних ситуацій.

Також раз в три роки проводяться навчання по підготовці близьких до військових дій, що в разі небезпеки могло б застати людину зненацька. Керівництво докладає максимум зусиль, щоб працівники були захищені в разі будь-якої небезпеки пов'язаної з тими чи іншими обставинами.

4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Заходи щодо захисту цивільного населення плануються проводитись в населеному пункті де розташоване господарство. Водночас характер та зміст захисних засобів встановлюється в залежності від виду та ступеня загрози, місцевих умов з урахуванням важливості виробництва для безпеки населення і інших економічних і соціальних чинників.

Основні заходи щодо захисту населення плануються та здійснюються завчасно і мають випереджувальний характер. Це стосується насамперед підготовки, підтримання у постійній готовності індивідуальних та

колективних засобів захисту, їх накопичення, а також підготовки до проведення евакуації населення із зон підвищеного ризику.

Керівництво підприємства є безпосередніми виконавцями цих заходів, вони розробляються завчасно, проводиться навчання робітників та службовців способам захисту та діям в умовах надзвичайних ситуацій.

Також раз в три роки проводяться навчання по підготовці близьких до військових дій, що в разі небезпеки могло б застати людину зненацька. Керівництво докладає максимум зусиль, щоб працівники підприємства були захищені в разі будь-якої небезпеки пов'язаної з тими чи іншими обставинами.

Найповніше організоване виконання заходів цивільної оборони на об'єкті досягається завчасною розробкою плану заходів, які необхідні проводити при загрозі, або виникненні надзвичайних ситуацій:

- ❖ оповіщення та інформуванні, яке досягається утриманням в постійній готовності систем оповіщення, які інформують про прогноз погоди;
- ❖ спостереження і контроль за довкіллям, продуктами харчування і водою, забезпечується створенням та підтримкою в постійній готовності загальнодержавної і територіальних систем спостереження і контролю з включенням до них існуючих сил та засобів контролю незалежно від підпорядкованості;
- ❖ укриття в захисних спорудах, якому підлягає працююча зміна та усе населення, досягається створенням фонду захисних споруд;
- ❖ евакуаційні заходи, які проводяться в лабораторії та за її межами переважно під час виникнення пожеж;
- ❖ медичний захист проводиться для зменшення ступеня зараження людей, своєчасного надання допомоги постраждалим;
- ❖ біологічний захист включає своєчасне виявлення чинників біологічного зараження, їх характеру і масштабів, проведення комплексу адміністративно-господарських, спеціальних протиепідемічних та медичних заходів;

- ❖ радіаційний і хімічний захист включає заходи щодо виявлення і оцінки радіаційної та хімічної обстановки, організацію і здійснення дозиметричного і хімічного контролю, засобами індивідуального захисту.

Одним із основних завдань цивільної оборони є навчання населення вмінню застосування засоби індивідуального захисту та дій у надзвичайних ситуаціях [22]. Тому заходи щодо зниження ступеня впливу негативних наслідків аварійних ситуацій здійснюються з метою завчасної підготовки підприємств від надзвичайних ситуацій та створення умов для підвищення стійкості їх роботи, проведення своєчасних робіт щодо рятувальних заходів.

5. ЕФЕКТИВНІСТЬ ВІД ВПРОВАДЖЕННЯ РОЗРОБЛЕНОЇ СИСТЕМИ МІКРОКЛІМАТУ В СПОРУДІ ЗАКРИТОГО ГРУНТУ ЗА УМОВИ ВИКОРИСТАННЯ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

5.1 Економічний ефект після впровадження системи

Завданням розробленої системи що створює оптимальний мікроклімат у споруді захищеного ґрунту, є наступні, обігрів повітря до необхідного значення, із використанням енергії сонячного випромінювання та енергії вітру, яка дає змогу підтримувати температуру на рівні не менше +1 °С.

Проводимо розрахунок витрат на вирощування одного саджанця, наприклад коли на обігрів використовується електроенергія, за виразом:

$$C_o = E / N \quad (5.1)$$

де E – вартість енергії, грн.;

N – загальне число розсади у споруді.

Сумарна вартість за використану електроенергію від ЛЕП:

$$E = E_p \cdot B \quad (5.2)$$

E_p – обсяг необхідної енергії на обігрів теплиці впродовж сезону, кВт; B – вартість 1 кВт·год, грн.; у 2023 році, для ТзОВ приблизно 5,8 грн.

У агрофірмі “Зорепад” підігрів повітря у теплицях здійснюється споживаною, потужністю 2000 Вт×год.

Час обігріву t приблизно до 9 годин (з 24:00 год. ночі.... до 9:00 год ранку.) $k_d = 60$ ночей від березня по квітень.

Знайдемо загальний обсяг енергії на обігрів теплиці:

$$E_p = w \cdot t \cdot k_d \quad (5.3)$$

$$E_p = 4 \cdot 9 \cdot 60 = 2150 \text{ кВт}$$

У агрофірмі є три теплиці, отже загальна кількість необхідної електроенергії становитиме $2150 \times 3 = 6450$ кВт.

А сумарні вартість:

$$E = 6450 \cdot 5,8 = 37400 \text{ грн.}$$

Корисна площа у трьох теплицях під розсаду – 55 м², необхідна площа під один саджанець 10 см × 10 см. Таким чином число саджанців N що знаходиться на загальній площі, 1840 од.

Далі знайдемо собівартість вирощування саджанця, коли на створення оптимальної системи забезпечення мікроклімату застосовується електроенергія з мережі:

$$C_o = 37400 / 5500 = 6,8 \text{ грн.}$$

Далі порівняємо затрати від запропонованої нами системи.

Після проведеного аналізу цінового ринку на систему мікроклімату в споруді закритого ґрунту за умови використання відновлюваних джерел енергії [17], можна констатувати що її вартість тобто (акумуляторних приладів, автономного контролера заряду, інвертор та ін., перераховане вище), потужністю 3000 Вт буде становити приблизно 2500 євро. З курсу валют НБУ станом на 18.08.23 р. € = 39,8 грн., у грн буде, рівна 99000 грн.

Тоді собівартість вирощеного саджанця буде:

$$C_{\text{вде}} = 99000 / 5500 = 18 \text{ грн. / од.}$$

Таким чином окупність нашої системи розраховується за формулою

$$T = B_g / E \quad (5.4)$$

де B_{30} – загальна ціна обладнання запропонованої нами системи, грн.

$$T = 99000 / 37400 = 2,6 \text{ роки.}$$

ВИСНОВКИ

Проаналізувавши діяльність агрофірми “Зорепад”, що знаходиться у Львівському районі, Львівської області та належить до Жовківської міської громади дає нам можливість зробити висновок, про необхідність розроблення системи мікроклімату в споруді закритого ґрунту з використанням відновлюваних джерел енергії.

Щоб мати розуміння основних характеристик системи мікроклімату споруди захищеного ґрунту необхідно знати період застосування споруди, вимоги щодо вирощування культур, режими температури та вологості ґрунту. Необхідно провести розрахунок тепловтрат через огорожувальні конструкції об’єкта дослідження. Розглянути існуючі системи теплопостачання, та зволоження ґрунту

Це дасть можливість підібрати обладнання для системи створення мікроклімату.

Для здійснення робіт, з обґрунтування параметрів будь-якої системи необхідно провести визначені дії. Саме такі були проведені мною. Перш за все досліджено природно кліматичні умови, температуру повітря, швидкість вітру у даній місцевості. Розраховано конструктивні параметри споруди. Обґрунтовано технічні характеристики та переваги і недоліки різних систем обігріву.

Для обґрунтування конструкції вітроенергетичної установки, розраховано вітровий потенціал місцевості, розраховано технічні параметри акумуляторної батареї, обґрунтовано технічні параметри інвертора.

А для обґрунтування технічних характеристик фотоелектричної панелі, визначено природний сонячний потенціал і також розраховано технічні параметри акумуляторної батареї, обґрунтовано технічні параметри інвертора.

Обґрунтовано параметри системи для зволоження ґрунту.

Мною пропонується заміщення існуючої системи теплопостачання, на

створення системи мікроклімату з використанням засобів відновлювальної енергетики, зокрема енергії сонця та вітру.

Проаналізовано виробничі небезпеки для створення надійної безпеки в умовах праці під час використання такої системи.

Обґрунтування параметрів системи енергопостачання теплиці за рахунок використання енергії сонця та вітру, а також створення оптимального мікроклімату є актуальним завданням на сьогоднішній день у схожих господарствах.

Розраховано економічну ефективність від впровадження розробленої системи мікроклімату в споруді закритого ґрунту за умови використання відновлюваних джерел енергії, яка показала що час її окупності приблизно буде становити 2 роки 7 місяців, при загальних затратах коштів 99000 грн

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Іваненко В. Ф. Особливості формування енерговитрат на виробництво продукції овочівництва закритого ґрунту. *Науковий вісник ЛНУВМБТ ім. Гжицького*. 2011. № 2(48). С. 71–78.
2. Мартиненко І. І. Автоматизація технологічних процесів сільськогосподарського виробництва. Київ: Урожай, 1995. 224 с.
3. Статистичні нотатки. Аграрний сектор. *Державна служба статистики України*. 2018. URL: www.ukrstat.gov.ua (дата звернення: 25.09.2022).
4. Гіль Л. С. Сучасні технології овочівництва закритого і відкритого ґрунту. Ч.1. Закритий ґрунт. Навчальний посібник / Л. С. Гіль, А. І. Пашковський, Л. Т. Суліма. Вінниця: Нова Книга. 2008. – 368 с.
5. П.П. Іваненко, О.В. Присіпка. Закритий ґрунт. навч. посібник для вищ. агр.. зал. освіти II-IV рівнів акрид. К., Урожай, 2001.-360 с.
6. Охорона та раціональне використання природних ресурсів і рекультивація земель: Навч. пос. / П.П. Надточій, Т.М. Мислива, В.В. Морозов та ін. Житомир: Видавництво “Державний агроекологічний університет”, 2007. 420 с.
7. Пістун І. П. Безпека життєдіяльності: Навч. посіб. Суми : Унів. кн., 1999. 301 с.
8. Архівні дані “Українського гідрометеорологічного центру” <https://meteo.gov.ua/ua/33393/services/> (дата звернення: 30.04.2021).
9. Боярчук В. Обґрунтування методики розрахунку економічної ефективності застосування засобів відновлюваної енергетики. // В. Боярчук, В. Сиротюк, С. Сиротюк, В. Гальчак, Г. Сиротюк. Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні: Матеріали сьомої Міжнародної науково-практичної конференції (Львів, 2-3 квітня 2009): Зб. наук. статей. – Львів, ЛьВДЦНП. – С. 283–286.
10. Боярчук В.М. Узгодження параметрів акумуляторної батареї з

параметрами електричного генератора ВЕУ в умовах мінливості вітрового потоку. // В. М. Боярчук, В. М. Сиротюк, В. Ю. Воробкевич, С. В. Сиротюк, В. П. Гальчак, М. А. Михалюк. Motrol. Motorization and power industry in agriculture. Volume 13 D. – Lublin, 2011. – С. 217–222.

11. Воробкевич В. Ю. Характеристики вітроустановки для енергопостачання тваринницької ферми. // В. Ю. Воробкевич, В. М. Сиротюк. Сільськогосподарські машини. Зб. наук. статей. – Луцьк: Ред.-вид. відділ ЛДТУ, 1998. – Вип.4. – С.15-20.
12. Гальчак В. П. Визначення енергетичних, економічних та екологічних еквівалентів паливно-енергетичних ресурсів. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи з дисципліни "Енергозбереження і використання поновлюваних джерел енергії". // В. П. Гальчак, С. В. Сиротюк. – Львів, 2012. – 14 с.
13. Гальчак В. П. Дослідження енергетичного потенціалу вітрового потоку. Методичні рекомендації до виконання лабораторної роботи з дисципліни "Нетрадиційні поновлювані джерела енергії". // В. П. Гальчак, С. В. Сиротюк. – Львів, 2015. – 14 с.
14. Корчемний М. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. // Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984 с.
15. Кудря С.О. Нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії: підруч. / С.О. Кудря. – К.: НТУУ "КПІ", 2012. – 492 с.
16. Сиротюк В. Особливості розробки електротехнічних систем вітроелектричних установок сільськогосподарського призначення. // В. Сиротюк, С. Сиротюк, В. Боярчук, В. Воробкевич. Вісник Львівського НАУ: Агроінженерні дослідження. – №14, 2010. – С. 423–428.
17. Схеми організації вітряних електростанцій. Режим доступу: <http://www.atmosfera.ua/uk/vitryani-elektrostantsii/sxemi-organizaciiivitryanix-elektrostantsij/>.