

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Микола СОТНИК

(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня магістр
(бакалавр / магістр)
зі спеціальності 144 Теплоенергетика,
(код та назва)
освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент»
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: Енергетичне обстеження приватної будівлі з метою розробки заходів з енергозбереження

Здобувача(ки) групи ЕМ.м-22
(шифр групи)

Князева Аркадія Ігоровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

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

_____ (підпис)

Князев Аркадій Ігорович

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник

доцент кафедри ПГМ Хованський С. О.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ (підпис)

Сумський державний університет
Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання
Кафедра прикладної гідрааеромеханіки
Спеціальність 144 «Теплоенергетика» (Енергетичний менеджмент)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____

« _____ » _____ 20 _____ р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Здобувача _____ Князева Аркадія Ігоровича
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: Енергетичне обстеження приватної будівлі з метою розробки заходів з енергозбереження

затверджена наказом по університету № _____ від « _____ » _____ 2023 р. _____

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 16.12.2023 р

3 Вихідні дані до кваліфікаційної роботи: Результати аналітичного вивчення проектної та статистичної інформації щодо актуальності проведення робіт з обстеження визначеного об'єкта за темою магістерської роботи

4 Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, що їх належить розробити):

Вступ (короткий опис загальних проблем з енергоспоживання та енергоефективності, до яких відноситься тематика кваліфікаційної роботи. Надання аргументованих висновків щодо доцільності та актуальності виконання випускної роботи за обраною темою).

Розділ 1 – Характеристика об'єкта енергетичного обстеження (Характеристика об'єкту та предмету дослідження випускної роботи. Аналіз зібраних статистичних або дослідних даних: аналіз результатів вимірювання; аналіз споживання енергоносіїв та води; визначення питомих величин рівня енергоефективності; аналіз енергетичного балансу. Визначення та характеристика способу або методики проведення подальших розрахунків за отриманими вихідними даними. Висновки).

Розділ 2 – Розрахунковий аналіз умов запровадження енергозбережних заходів (Основні положення визначеної методики розрахунку; представлення результатів розрахунку за кожним енергозбережним заходом. Аналіз отриманих результатів з розробки заходів або напрямів з удосконалення енергетичної ефективності подальшого функціонування об'єкту дослідження. Висновки).

Розділ 3 – Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. (Характеристика можливих небезпечних факторів, які треба враховувати при проведенні практичного дослідження за тематикою роботи, та їх розрахунковий аналіз. Висновки)

Загальні висновки.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 06.11 до 03.12.2023	
2	Захист переддипломної практики	до 08.12.2023	
3	Виконання 1-го розділу	до 26.11.2023	
4	Виконання 2-го розділу	до 10.12.2023	
5	Виконання 3-го розділу	до 13.12.2023	
6	Представлення виконаної роботи	до 16.12.2023	
7	Проходження перевірки на плагіат	до 20.12.2023	
8	Проведення захисту роботи	з 20.12 до 30.12.2023	
9			
10			

5 Дата видачі завдання 06.11.2023 р

Керівник

(підпис, прізвище і ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис, прізвище і ініціали)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 50 с., 14 таблиць, 10 рисунків, 2 додатки, 18 літературних джерел.

Мета роботи: енергетичне обстеження приватного домогосподарства, систем енергопостачання (тепло- та енерго постачання), забезпечення холодного та гарячого водопостачання, розробка заходів щодо впровадження альтернативних засобів збереження енергії, а також надання рекомендацій щодо ефективного та раціонального споживання енергоресурсів.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- Розроблено енергетичну характеристику домогосподарства;
- Аналіз систем енергопостачання та водопостачання;
- Розрахунок альтернативних систем енергозабезпечення.

Об'єкт дослідження - приватне домогосподарство.

Предмет дослідження – системи енергопостачання та енергоспоживання приватного домогосподарства.

Методи дослідження: аналіз відомостей щодо річного споживання об'єктом дослідження енергоресурсів, обстеження будівель, а також розрахункові (математичні) методи досліджень.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ, ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД, АНАЛІЗ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСІВ, ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ТЕПЛОВТРАТИ, , ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИЙ ЗАХІД, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ЕФЕКТИВНІСТЬ.

Тема роботи – «Енергетичне обстеження приватної будівлі з метою розробки заходів з енергозбереження»

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

РЕФЕРАТ

ВСТУП.....	8
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	9
1.1 Загальні відомості про об’єкт енергетичного обстеження	9
1.2 Опис дійсного стану об’єкта енергетичного обстеження.....	9
1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об’єкта	10
1.3.1 Система опалення	10
1.3.2 Система електропостачання.....	11
1.3.3 Система водопостачання.....	12
1.3.4 Система вентиляції.....	12
1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв	12
1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду	12
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води	13
1.4.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії.....	13
1.4.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії	14
1.4.3 Аналіз обсягів споживання води	15
1.5 Аналіз балансу витрат на енергоспоживання.....	16
1.6 Опис методів та приладів вимірювання.....	17

1.7 Аналіз результатів вимірювання.....	18
1.8 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності.....	19
1.8.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності	19
1.9 Висновки за розділом.....	20
2. РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ	21
2.1 Опис можливих енергозбережних заходів	21
2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів	21
2.3 Розрахунковий аналіз можливого економічного ефекту від впровадження енергозбережних заходів із утеплення горища.....	23
2.4 Аналіз можливості запровадження технологій альтернативної енергетики	26
2.4.1 Вдосконалення сонячної електростанції.....	26
2.4.2 Розрахунок річної генерації проєктованого сонячного масиву	27
2.4.3 Вдосконалення геліосистеми для нагріву води.....	31
2.4.4 Висновки за розділом.....	35
3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	36
3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на об'єкті дослідження.....	36
3.2 Мікроклімат та склад повітря робочої зони	37
3.3 Освітлення.....	38
3.4 Електробезпека на досліджуваному об'єкті.....	39

3.4.1 Розрахунок заземлюючого пристрою.....	40
3.5 Висновки за розділом.....	43
ВИСНОВКИ.....	46
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	44
ДОДАТОК А – Характеристика сонячних панелей Leapone 410 Ватт.....	49
ДОДАТОК Б – Характеристика інвертора MUST.....	50

ВСТУП

За останні 30 років світ побачив, що енергетичні кризи можуть виникати непередбачувано (розпад СРСР) та мати суттєвий вплив на провадження народного господарства країн. Значною мірою економіка країн формується в залежності від наявних енергоресурсів та можливості задовольняти свої потреби в них. Різке збільшення цін на енергоресурси сприяє створенню державних програм щодо впровадження енергоефективних заходів та технологій виробництва продукції. [1]

Україна задовольняє свої потреби в енерго ресурсах лише на 50%, а енергоемність виробництв залишається на дуже високому рівні. Причиною цього слугує застаріле обладнання та технології. [1]

Енергозбереження - це вид діяльності, який направлений на розумне використання та економію паливно-енергетичних ресурсів у господарстві.[1]

Паливно-енергетичні ресурси - сукупність природних та перетворених видів енергії, які можна використати у діяльності людини.[1]

Енергоефективність - це характеристика обладнання, технологій або систем виробництва в цілому, яка показує відношення одиниці енергії на одиницю виробленої продукції.[1]

Енергетичний менеджмент - це управлінська та технічна діяльність, яка направлена на розумне використання енерго ресурсів, із врахуванням різних аспектів (економічних, технічних, екологічних, соціальних). [1]

Енергетичний аудит - вид діяльності який направлений на аналіз використаних енергоресурсів протягом певного часу та впровадження заходів щодо зменшення споживання енергетичних ресурсів певного господарства. [1]

Енергетичний аудит зазвичай проводять треті особи - енергоаудитори. Від навичок та досвіду енергоаудитора, залежить повнота та якість енергетичного звіту.

Мета та ціль представленою енергетичного аудиту - дослідження споживання енергоресурсів та води приватним домогосподарством, що знаходиться у місті Суми, Україна.

Вихідні дані для провадження енергоаудиту: технічний паспорт забудови, архів використання енергоресурсів та води

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єкт енергоаудиту - приватне домогосподарство, що знаходиться у місті Суми, Україна.

У приватному домогосподарстві мешкає 7 людей. На території господарства розташовано два житлових будинки площею 49,49 м² та 108,52 м² відповідно, а також підвал, гараж і сарай, які не опалюються.

Технічна характеристика приватного домогосподарства:

- Кількість житлових будинків 2
- Площа забудови 158,01 м²
- Опалювана площа 117,46 м²
- Опалювальний об'єм будівель 244,33 м³

Для зручності більший будинок будемо називати будинком, менший флігелем.

1.2 Опис дійсного стану об'єкта енергетичного обстеження.

Будинок побудовано із шлакоблоку та червоної цегли, стіни утеплені скловатою товщиною 5см із обох стін, висота цоколя 60см . Підлога виконана із бетонних плит на яких розташовані лаги із дерев'яним перекриттям та ламінат і керамограніт. Вікна встановлено дерев'янні. В середині будинку побудовано дров'яну піч, яка обігріває коридор та дві спальні кімнати. Дах не утеплений.

Загальний стан будинку є задовільним. Більша частина будинку опалюється за допомогою радіаторів (10 штук на площу 44,42м²), менша за допомогою теплої підлоги (23,55 м²). Одне із приміщень, яке веде до підвалу не опалюється та не має утеплення (6,48 м²).

Флігель побудовано із силікатної цегли. Підлога виконана із бетону, покриття керамограніт та ламінат. Стіни утеплені частково, із внутрішньої сторони за допомогою пінопласту 20 мм (площа стіни 7,1 м²). Дах не утеплено. Вікна пластикові.

Загальний стан флігелю задовільний, не має відшарувань штукатурки, тріщин. Більша площа опалюється за допомогою теплої підлоги.

Відсутність утеплення даху в обох побудовах призводить до того, що велика частка тепла не затримується у приміщені. Не утеплені стіни флігелю сприяють більшому використанню паливно-енергетичних ресурсів для підтримання комфортних умов проживання.

1.3 Експлуатаційна характеристика систем енергопостачання об'єкта

Приватне домогосподарство підключено до централізованих систем постачання електроенергії, газу та води. Наявна геліосистема для підігріву води а також сонячна електростанція малої потужності.

1.3.1 Система опалення

Постачальник газу, із яким укладено договір - ГК "НафтоГАЗ".

Опалювання двох побудов відбувається за допомогою газового котла "Житомир 3", потужністю 16 кВт, та підходить для опалення площі до 160 м². Подача горячої води системи опалення із флігелю до будинку відбувається за допомогою підземного трубопроводу із поліпропілену.

У флігелі наявний 1 насос, який працює у парі з температурним контролером. Опалювальні прилади це сталеві радіатори та тепла підлога. За допомоги теплої

підлоги опалюється площа - 23,69 м² . За допомогою радіатора 7,04 м² . У випадку необхідності швидко нагріти повітря всередині приміщення застосовуються радіатори, у випадках постійної роботи системи опалення - тепла підлога.

У будинку працює 2 насоси, робота яких контролюється за допомогою двох температурних контролерів. Частина будинку площею (44,42 м²) опалюється за допомогою сталевих радіаторів, інша частина будинку за допомогою теплої підлоги.

Доступ до сталевих радіаторів в обох побудовах необмежено.

Фотографію використаних радіаторів наведено на рисунку 1.1



Рисунок 1.1 - Тип встановленого радіатору

1.3.2 Система електропостачання

Договір на постачання електричної енергії укладено з ТОВ «ЕНЕРА-СУМИ».

Електроспоживання домогосподарства забезпечує

Освітлення приміщень, підігрів води у двох бойлерах (150 літрів у будинку та 50 літрів у флігелі) загальною потужністю 4 кВт, роботу двох холодильників (380 ватт), морозильної камери (100 ватт), варочну поверхню 3 кВт та систему технічного електрообладнання.

Система освітлення складається всього з 26 світлодіодних ламп, загальною потужністю 200 ватт.

На даху флігелю у 2023 році встановлено масив сонячних панелей потужністю 1,6 кВт. Перетворювач електроенергії потужністю 3 кВт та акумуляторна батарея ємністю 2,5 кВт*год.

1.3.3 Система водопостачання

Водопостачання є централізоване, здійснюється за договором про постачання холодної води укладеним КП «Міськводоканал».

Система водовідведення також централізоване.

Основна кількість води використовується для миття посуду, прийняття ванн та поливу у літній період.

1.3.4 Система вентиляції

Вентиляції наявні у місцях розташування газових приладів (котел та газова варочна поверхня). У спальних приміщеннях та санвузлах вентиляція відбувається за рахунок часткового відкривання вікон.

1.3.5 Система обліку споживання енергоносіїв

У системі водопостачання встановлено два лічильники холодної води, у флігелі та будинку. Перевірка лічильників дійсна. Зовнішній діаметр труби на вході води у будинок та флігель 20 мм.

Лічильник електроенергії «Меридіан СОЭ-1.02/2КТ» встановлений у 2007 році.

Лічильник газовий Октава G 4 перевірений у 2023 році.

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Існуючі тарифи з ПДВ:

Тариф на газ– 7,96 грн/м³.

Тариф на доставку газу – 1,68 грн/м³.

Тариф на електроенергію – 2,64 грн/кВт·год.

Тариф на холодну воду – 19,584 грн/м³.

Тариф на водовідведення – 19,104 грн/м³.

1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води

1.4.1 Аналіз обсягів споживання теплоенергії

Кількість газу, що використовувалося домогосподарством за 2021-2022 рік наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 1.1 - Кількість газу спожитого домогосподарством за 2021-2022 роки

Місяць	2021 рік	2022 рік	2023 рік
Січень	-	443.00 м ³	418.00 м ³
Лютий	-	340.00 м ³	409.00 м ³
Березень	-	101.00 м ³	278.00 м ³
Квітень	-	80.00 м ³	148.00 м ³
Травень	-	85.00 м ³	36.00 м ³
Червень	0.00 м ³	18.00 м ³	16.00 м ³
Липень	4.00 м ³	0.00 м ³	-
Серпень	3.00 м ³	19.00 м ³	-
Вересень	10.00 м ³	80.00 м ³	-
Жовтень	132.92 м ³	116.00 м ³	-
Листопад	262.08 м ³	264.50 м ³	-
Грудень	363.00 м ³	377.50 м ³	-

Дані про об'єм газу було взято із архіву особистого кабінету споживача.

Можемо порівняти ці данні із архівом середньомісячної температури. [2].

Таблиця 1.2 - Середня температура по місяцях за 2021-2023 роки

Місяць	2021 рік	2022 рік	2023 рік
Січень	-3.6 °	-3.6 °	-3 °
Лютий	-0.3 °	-0.3 °	-2.9 °
Березень	+2.2 °	+2.2 °	+3.6 °
Квітень	+10.1 °	+10.1 °	+9.8 °
Травень	+12.9 °	+12.9 °	+14.4 °
Червень	+20 °	+20 °	+17.9 °
Липень	+20.3 °	+20.3 °	+20.5 °
Серпень	+22.3 °	+22.3 °	-
Вересень	+11.8 °	+11.8 °	-
Жовтень	+9.3 °	+9.3 °	-
Листопад	-0.4 °	-0.4 °	-
Грудень	-1.3 °	-1.3 °	-

Співставивши показники та температури бачимо, що температура у січні 2022 року була меншою за 2023 рік, це відповідає більшій кількості використаного природного газу у цей місяць.

Також можна побачити, що менша кількість спожитого газу у літні місяці, та більша із вересня до травня.

1.4.2 Аналіз обсягів споживання електроенергії

Наявна інформація про кількість спожитої електроенергії за кожен місяць тільки для 2022 та 2023 років. Інформацію представлено у вигляді таблиці 2.3

Таблиця 1.3 - Кількість спожитої електроенергії за 2022-2023 роки

	2022 рік	2023 рік
Січень	746	598
Лютий	483	742
Березень	179	828
Квітень	185	729
Травень	604	641
Червень	482	403
Липень	471	-
Серпень	554	-

Продовження таблиці 1.3

Вересень	606	-
Жовтень	673	-
Листопад	679	-
Грудень	699	-

Також наявна інформація про загальне споживання електроенергії за 2021-2023 роки, ці данні наведено у вигляді рисунку 2.1.



Рисунок 1.2 - Загальне використання електроенергії за 2021-2023 роки

Інформація щодо використання електроенергії у 2023 році вказана за 6 місяців. Із діаграми на рисунку 2.1 видно, що споживання у 2022 році виросло у порівнянні з 2021 роком. Також можна спрогнозувати орієнтовну кількість кВт*год електроенергії у 2023 році. Якщо за 6 місяців було спожито 3941 кВт*год, то загальна кількість може дорівнювати вдвічі більшій кількості, а саме 7882 кВт*год, що більше за попередній рік на 1521 кВт*год. Можливо причиною цього є настання війни у 2022 році, і те що протягом березня-квітня у будинку проживало менше людей.

1.4.3 Аналіз обсягів споживання води

Архів КП “Міськводоканал” не працює, тому данні за останні роки надати неможливо. Відома інформація щодо користування водою у флігелі надана у вигляді таблиці 2.4.

Таблиця 1.4 - Кількість спожитою води у флігелі.

Місяць, рік	Кількість води, м³
Січень, 2022	2
Лютий, 2022	3
Травень, 2022	3
Червень, 2022	6
Липень, 2022	10
Серпень, 2022	5
Вересень, 2022	11
Жовтень, 2022	4
Листопад, 2022	3
Грудень, 2022	3
Січень, 2023	3
Лютий, 2023	3
Березень, 2023	9
Квітень, 2023	10
Травень, 2023	11
Червень, 2023	0

Із таблиці 2.4 видно, що споживання води зростає в теплі місяці, це пов'язано із тим, що є необхідність поливу огороду, та багаторічних насаджень. У домогосподарстві також використовують різні ємності збору дощової води, для потреб поливу.

1.4.3 Аналіз балансу витрат на енергоспоживання

Для розуміння співвідношення витрат коштів на енергоресурси створено діаграму витрат, яку зображено на рисунку 2.2.

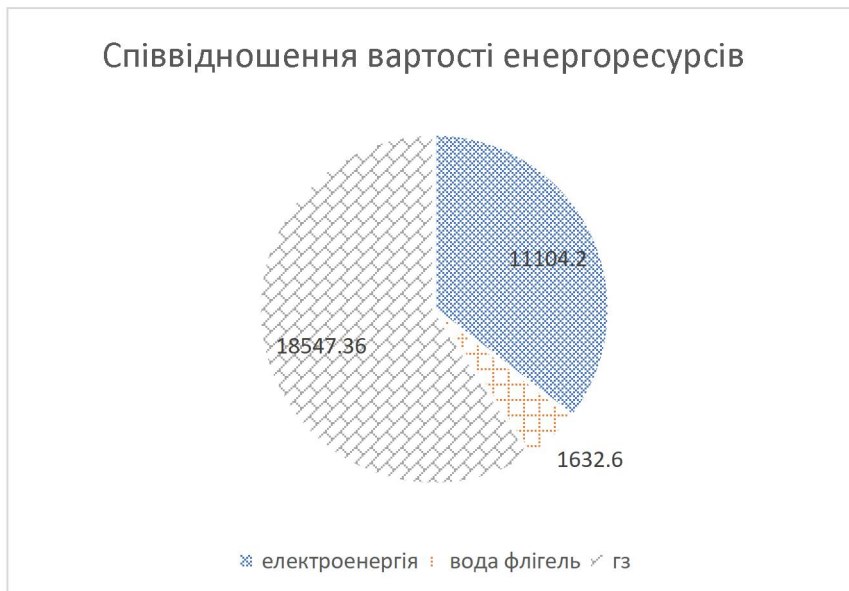


Рисунок 1.3 - Співвідношення вартості енергоресурсів

Із даних, що наведено на рисунку 2.2, ми бачимо, що найбільше грошей витрачають на газ (18547,36 грн, в тому числі вартість доставки) , на другому місці електроенергія (11104,2 грн). Тому ці два напрямки будуть об'єктом впровадження енергозберігаючих заходів.

1.5 Опис методів та приладів вимірювання

Енергоменеджмент - це система, яка має пов'язані між собою складові, котрі доповнюють одне одного.

Цими складовими є [1]:

- Спеціально навчений персонал;
- Сучасні засоби автоматизації контролю енергоресурсів;
- Аналіз споживання енергоресурсів та прийняття рішень щодо його скорочення та підвищення енергоефективності.

Коли не вистачає одної зі складових, то ефект від проведення енергоаудиту стає значно меншим.

Спеціально навчений персонал (енергоаудитори) - можуть складатися як з одної людини так і з групи людей, що залежить від розміру об'єкту енергоаудиту та

складності поставлених задач. Фахівці керуються в своїй роботі регламентом, який складено енергоаудиторною компанією та погоджений із замовником. [1]

Системи автоматизації контролю за використанням енергоресурсів - це комплекс технічних засобів, які самостійно збирають дані, реєструють їх із певним періодом на певному засобі зберігання інформації. Сучасні засоби реєстрації даних дозволяють зменшити тривалість енергоаудиту, оскільки самостійно можуть контролювати режими роботи обладнання, без присутності спеціаліста. [1]

Системи контролю паливно енергетичних ресурсів повинні забезпечувати такі функції:

- Вести облік кількості вхідних та вихідних потоків енергоресурсів на підприємстві в цілому та на окремих дільницях;
- Забезпечувати контроль як одиничного обладнання так і виробничого масиву в цілому;
- Забезпечувати сумісність із програмами фінансового призначення (необхідно для визначення собівартості продукції);
- Забезпечувати легкий доступ як до фактичних даних використання енергії так і до архіву інформації, представляти дані у вигляді таблиць та діаграм;
- Сповіщати щодо підвищення використання енергоресурсів, аналізувати режим роботи обладнання;
- Складати матеріальні та енергетичні баланси, обчислювати питомі витрати та прогнозувати використання енергоресурсів.

Прийняття рішень щодо способів зменшення енергоресурсів покладається на енергоменеджера. Він керується даними які надають йому системи автоматизації контролю використання енергоресурсів. Також енергоменеджери використовують певні методики для обробки та аналізу даних щодо споживання енергії. В нашій країні широко застосовується методика питомого нормування.[1]

1.7 Аналіз результатів вимірювання

Технічна характеристика приватного домогосподарства:

- Кількість житлових будинків 2
- Площа забудови 158,01 м²
- Опалювана площа 117,46 м²
- Опалювальний об'єм будівель 244,33 м³

У флігелі контроль температури контролюється за допомогою контролера температури, який вмикає та вимикає циркуляційний насос опалення. Водяною теплою підлогою опалюється площа - 23,69 м² . За допомогою радіаторів 7,04 м² . У будинку наявні два контролери температур які вмикають та вимикають два циркуляційних насоси опалення. Частина будинку площею (44,42 м²) опалюється за допомогою сталевих радіаторів, інша частина будинку за допомогою теплої підлоги.

Аналіз використання енергоресурсів по рокам надано у розділі 1.5.

1.8 Розрахунковий аналіз показників енергоефективності

Задля повно повного розуміння та надання точного висновку щодо енергоспоживання домогосподарства необхідно порівняти фактичне використання енергії та нормативних даних.

1.8.1 Визначення питомих величин рівня енергоефективності

Питома потреба (EP) - це показник енергоефективності об'єкту спостереження (будинку), який визначає кількість теплоти, що потрібна для забезпечення нормальних умов мікроклімату і відноситься до одиниці опалювальної площі [5].

Питома потреба опалення житлових споруд відповідає умові, що наведено у формулі 1 [5].

$$EP \leq EP_{max}, \quad (5)$$

Де E_P - питома потреба, E_{Pmax} - максимальне допустиме значення, $\text{кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$ [5]. Згідно літературного джерела [5] E_{Pmax} для одноповерховий житлових будинків становить $120 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2$, що дорівнює $0,103 \text{ Гкал}\cdot\text{год}/\text{м}^2$.

Розрахуємо кількість енергії, яку використало домогосподарство на опалення протягом опалювального періоду за 2021-2022 роки. Опалювальний період почався у жовтні та закінчився у травні. Загальна кількість спожитого становить 1807 м^3 . ККД котлу становить 92%. Це означає, що $1662,44 \text{ м}^3$ було використано на опалення. Знаючи що нижча температура згоряння природного газу дорівнює 7600 ккал порахуємо годинну потребу E_P :

$$E_P = (1807/213/24) * 7600 = 2686 \text{ ккал/год} = 0,003 \text{ Гкал/год}, \quad (6)$$

Де 213- кількість днів опалення, 24 годин на добу.

Із простого розрахунку б можна зробити висновок, що питома потреба в енергії відповідає нормативам [5].

1.9 Висновки за розділом

Під час обстеження об'єкту енергоаудиту було оглянуто стан житлових будівель домогосподарства, визначено опалювану площу $117,46 \text{ м}^2$, та опалювальний об'єм $244,33 \text{ м}^3$ приміщень. Було визначено спосіб опалення (за допомогою радіаторів та теплої підлоги), а також способи автоматизації опалення (використання 3 контроллерів температури). Було пораховано витрати за останні роки на енергоресурси (природний газ, електроенергія) та воду, та визначено, що основні заходи потрібно провести у напрямку економії природного газу та електроенергії.

2. РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

2.1 Опис можливих енергозбережних заходів

Під час енергетичного обстеження приватного домогосподарства, було проаналізовано стан будівлі, систему опалення, електропостачання, водопостачання, вентиляції, систем обліку енергоресурсів, а також проведено аналіз споживання енергоресурсів та води. Найбільшу кількість грошей приватне домогосподарство витрачає на купівлю природного газу (18547 грн/рік) та електроенергію (11104 грн/рік).

Природний газ домогосподарство використовує задля забезпечення потреб у приготуванні їжі а також опалення. Головним джерелом опалення двох будівель на території домогосподарства є газовий котел Житомир 3, потужністю 16 кВт та розрахований на опалення до 160м². Характеристики котла наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Характеристики котла Житомир-3

Назва котла	Житомир-3
Категорія котла	I _{2H}
Клас NOx	1
Номінальна теплопродуктивність	16 кВт
Номінальна теплова потужність	17,4 кВт
Максимальний тиск води	0,3
Вид газоподібного палива	Природний газ (ГОСТ 5542-2014)
Номінальний тиск природнього газу	0,0013МПа
Максимальна температура води	90°C
ККД	92%
Номінальна витрата газу	1,77 м ³ *Год

На рисунку 2.1 зображено котел Житомир-3.



Рисунок 2.1 - котел Житомир-3

Котел знаходиться у приміщенні флігелю. Труби опалення до будинку проведені під землею. В домогосподарстві є 3 зониопалення (будинок, прибудова до будинку, флігель), із 3 насосами, які під'єднані до окремих температурних контроллерів.

Домогосподарство починає опалювальний період із середини жовтня, коли температура навколишнього середовища дорівнює 15°C .

Опалення відбувається за частково за допомогою теплої підлоги у флігелі (площа $23,69\text{ м}^2$) та будинку ($23,55\text{ м}^2$), та сталевих радіаторів. Доступ до радіаторів не обмежено.

В процесі огляду котла було зазначено, що димохід нижчий за верхню частину даху будинку. В інструкції до котла зазначено, що при неправильно сконструйованому димоході витрата газу збільшується до 20%.

Також запропоновано утеплити приміщення флігелю, оскільки воно не має утеплення, та побудовано із силікатної цегли, товщина стін 25см. (теплопровідність силікатної цегли $0,9\text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{C})$ [1].

Електроенергія, що використовується у домогосподарстві використовується для потреб освітлення у темний час доби, нагріву води, приготування їжі.

У домогосподарстві використовують два бойлери, потужністю 2 кВт кожен та об'ємом 50 л та 150 л кожен. Наявна електрична індукційна варильна поверхня потужністю 3 кВт, духовка шафа потужністю 2 кВт.

За рік домогосподарство використовує близько 6000 кВт електроенергії. На даху флігеля розташовано сонячні панелі, сумарною потужністю 1640 Ватт, які живлять автономний інвертор потужністю 3 кВт та заряджають акумуляторну батарею ємністю 3 кВт*год. На даху будинку, у 2023 році було встановлено сонячний колектор, який нагріває воду у 150 л бойлері до 43°C у літні місяці, в холодний період року колектор не працює. Також робота колектора контролюється за допомогою температурного реле з однією термopарою, що є не правильним, оскільки робота таким чином може охолоджувати нагріту воду у бойлері.

2.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів

Під час огляду житлових приміщень приватного домогосподарства було виявлено, що утеплення горищ відсутнє. Пропонується розрахувати шар утеплення горища, який буде максимально можливо відповідати нормам ДБН В.2.6-33:2021-4,95 м²К/Вт.

Розрахуємо реальний опір теплопередачі горища будівель, згідно методики наведеної у літературному джерелі [6]. Для флігелю та будинку він однаковий, дані наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Теплопровідність матеріалів горища домогосподарства

Назва матеріалу	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина шару, м
Штукатурка	0,26	0,01
Дошки дубові	0,20	0,05

Продовження таблиці 2.2

Глина	0,7	0,05
-------	-----	------

Згідно літературного джерела [6] місто Суми знаходиться у 1 температурній зоні.

Розрахуємо опір теплопередачі для існуючого горища:

$$R_{гор} = \frac{1}{a_{вн}} + \frac{\delta_{ш}}{\lambda_{ш}} + \frac{\delta_{д}}{\lambda_{д}} + \frac{\delta_{г}}{\lambda_{г}} + \frac{1}{a_{з}}, \quad (7)$$

Де $a_{вн}$ та $a_{з}$ - коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої сторони огороження згідно джерела [6], $\delta_{ш}$, $\delta_{д}$, $\delta_{г}$ - товщина штукатурки, дошок та глини, $\lambda_{ш}$, $\lambda_{д}$, $\lambda_{г}$ - теплопровідність штукатурки, дошок та глини. Із розрахунку маємо:

$$R_{гор} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.01}{0.26} + \frac{0.05}{0.2} + \frac{0.05}{0.7} + \frac{1}{23} = 0.49 \frac{m^2 \cdot K}{Вт} \quad (8)$$

0,49 м²К/вт менше ніж вимога ДБН В.2.6-33:2021- 4,95 м²К/Вт. Пропонується утеплення матеріалами, наведеними у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Матеріали для утеплення горища

Назва матеріалу	Теплопровідність, Вт/(м·К)	Товщина шару, м
Мінеральна вата	0,04	0,25
Руберойд	0,17	0,003

На рисунку 2.2 зображено схему утеплення горища.

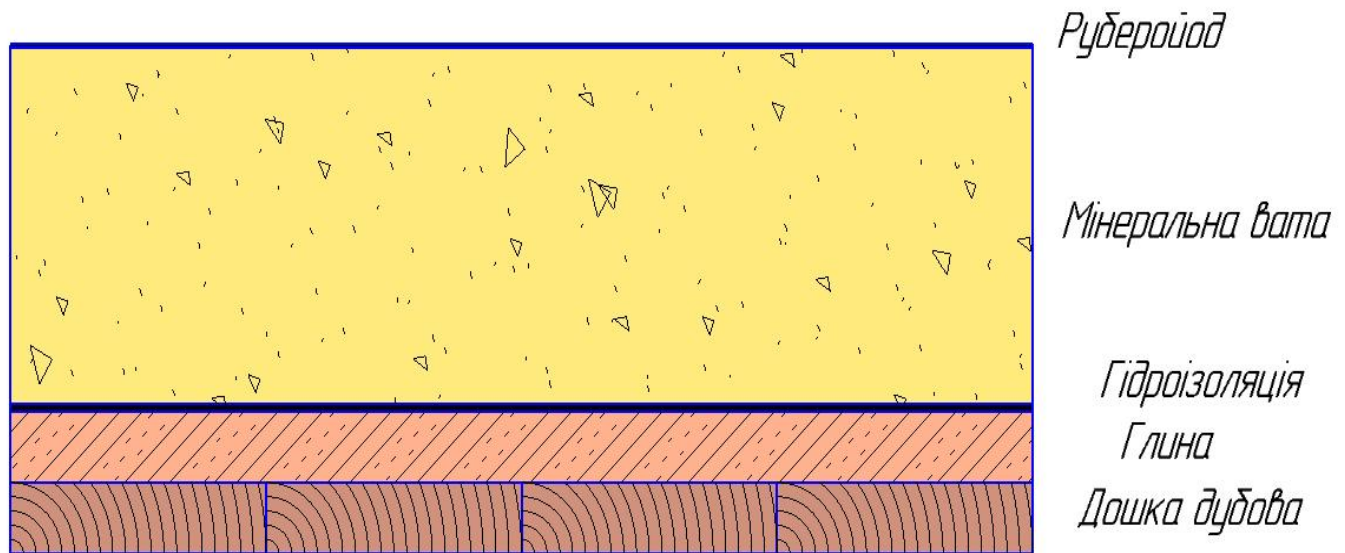


Рисунок 2.2 - схема утеплення горища

Розрахуємо опір теплопередачі утепленого горища:

$$R_{\text{утепл гор}} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.01}{0.26} + \frac{0.05}{0.2} + \frac{0.05}{0.7} + \frac{0.25}{0.04} + \frac{0.003}{0.17} + \frac{1}{23} = 6,74 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} \quad (9)$$

Із розрахунку (9) бачимо, що температурний опір утепленого горища дорівнює 6,74 м²К/Вт, та значно перевищує норму ДБН В.2.6-33:2021- 4,95 м²К/Вт.

2.3 Розрахунковий аналіз можливого економічного ефекту від впровадження енергозберіжних заходів із утеплення горища

Визначимо розрахункові параметри згідно методики літературного джерела [6]. Розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення $t_{p.o.} = -25$ °С, розрахункова температура зовнішнього повітря за опалюваний період $t_{c.o.} = -0,49$ °С, кількість днів опалюваного періоду $n_0 = 213$ днів, площа забудови дорівнює площі горища $F = 158,01$ м².

Тепловтрати із горищного перекриття будемо розраховувати за формулою 10.

$$\Delta Q_{\text{річ}}^{\text{гор}} = \left(\frac{1}{R_{\text{гор}}} * \frac{2}{R_{\text{утепл гор}}} \right) * F * (t_{\text{вн}} - t_{\text{с.о.}}) * n_0 * 24 * 10^{-3} \quad (10)$$

$$\Delta Q_{\text{річ}}^{\text{гор}} = \left(\frac{1}{0.49} * \frac{2}{6.74} \right) * 158.01 * (20 - (-0.49)) * 213 * 24 * 10^{-3} = 10022 \text{ кВт} \quad (11)$$

Із розрахунку (11) видно, що економія складе 10022 кВт, що дорівнює 8,62 гКал. Домогосподарство витрачає 13,73 Гкал за опалювальний період, що дорівнює 1807 м³ природнього газу та дорівнює 17419,48 грн. Тому маємо, щоб отримати 1 Гкал теплоти домогосподарству потрібно використати 131,58 м³ газу та витратити T = 1268,43 грн. Використаємо ці данні для розрахунку економії коштів:

$$\Delta E = \Delta Q_{річ}^{гор} * T \quad (12)$$

$$\Delta E = 8.62 * 1268.43 = 10933.87 \text{ грн} \quad (13)$$

Із результату (13) бачимо що економічний ефект від утеплення горища складає до 10933,87 грн за сезон.

2.4 Аналіз можливості запровадження технологій альтернативної енергетики

2.4.1 Вдосконалення сонячної електростанції

На об'єкті наявна сонячна електростанція малої генерація. Вона складається із:

- Сонячні панелі Leartone 410 Ватт (4штуки, загальна потужність 1640 Ватт);
- -втономний інвертор Must 3 кВт;
- Акумуляторна батарея ємністю 3 кВт*год.

Масив сонячних панелей розташований на даху флігелю у напрямлені півдня та під кутом 40°. Поруч розрашоване дерево, крона якого частково затемнює сонячний масив, це дерево рекомендується спилити до висоти нижче даху будівлі.

Електроенергія, яку генерує сонячна електростанція, використовують для роботи двох холодильників, 1го насосу, варильної поверхні та підігріву бойлеру 50л.

Кількість згенерованої електроенергії невідома, оскільки інвертор не має засобів моніторингу.

На даху є місце для встановлення ще 4 сонячних панелей Leartone 410 Ватт.

2.4.2 Розрахунок річної генерації проєктованого сонячного масиву

Використовуючи інформацію та методику [7, 8, 9] визначимо генеровану річну потужність сонячної електростанції для задоволення потреб флігелю в електроенергії.

Першим кроком необхідно визначити кількість повних сонячних днів у місті Суми. На рисунку 2.3 зображено карту України із зображенням цих даних. [10]

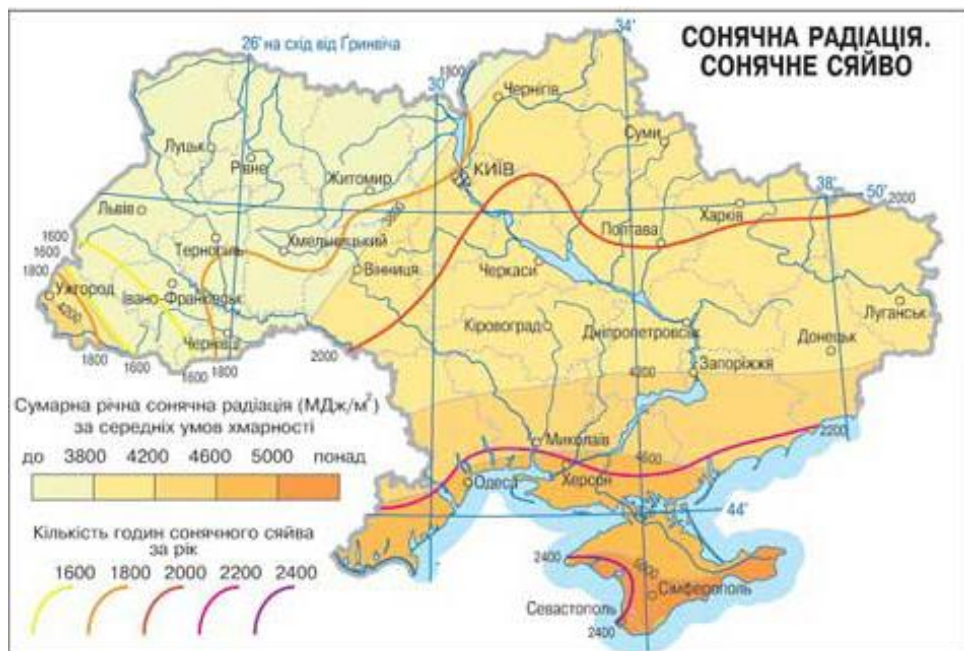


Рисунок 2.3 - карта України із даними про сонячне опромінення

Із рисунку 1 видно, що в місті Суми кількість годин сонячного сяйва приблизно 1900 год на рік.

Розраховуючи розмір сонячного масиву візьмемо до уваги те, що річне споживання флігелю дорівнює 2500 кВт*год, ККД фотомодулів 20,97% (додаток А). Використаємо формулу 14 для проведення розрахунку.

$$\text{Потужність масиву} = \left(\frac{\text{Річна потреба, кВт}}{\text{Кількість годин сонця на рік}} \right) / \text{ККД модулів} \quad (14)$$

Розрахуємо необхідну потужність масиву:

$$(2500/1900)/20,97=1,66 \text{ Квт} \quad (15)$$

Бачимо із результатів розрахунку, що потужність сонячного масиву відповідає розрахунковому.

На даху флігелю наявне місце для встановлення ще 4 панелей. Збільшивши сонячний масив вдвічі можна отримати 5000 кВт енергії в рік, що покриє 83 % усієї потреби домогосподарства в електричній енергії.

Для збільшення кількості сонячних панелей необхідно встановити додатковий інвертор, який буде розміщено в приміщенні будинку, або встановити замість існуючого більшої потужності (5 кВт).

Визначимо необхідну ємність акумуляторних батарей для потреб домогосподарства. Для цього річну потребу необхідно розділити на 365 діб. Середня добова потреба в електроенергії дорівнює 16,43 кВт.

За правильне рішення вважаємо замінити існуючий інвертор на Must 5.5 кВт (додаток Б).

Цей інвертор накопичує електроенергію у акумуляторних батареях із номінальною напругою 48 вольт, а також може працювати у режимі подвійного використання потужності від сонячних панелей та зовнішньої мережі.

Визначимо необхідну ємність акумуляторних батарей за формулою 16.

$$\text{Ємність АКБ, А * год} = \frac{\text{Денна потреба, Ватт}}{\text{номінальна напруга АКБ, Вольт}} \quad (16)$$

Розрахуємо необхідну ємність акумуляторної батареї:

$$16430/48=342.3 \text{ А*год} \quad (17)$$

Для зберігання електричної енергії використовують два основних типи акумуляторів - свинцеві та літієві. Свинцеві мають меншу кількість повторного заряджання ніж літієві. Запропоновано встановлення сумісних акумуляторних батарей 4 MUST LIFEPO4 51,2V 100AH 5,12KWH. Технічні характеристики подано у таблиці 1.2. [11]

Таблиця 1.2 - технічні характеристики MUST LIFEPO4 51,2V 100AH

Тип акумуляторної батареї	LIFEPO4
Ємність акумулятору	100 А*год
Кількість циклів заряду/розряду	4500
Напруга	51,2 Вольт
Мінімальна робоча температура	0°C
Максимальна робоча температура	50°C

4 акумуляторні батареї ємністю по 100 А*год забезпечать середню добову потребу електроенергії на 125%.

На рисунку 2.4 зображено схему підключення автономної сонячної електростанції.

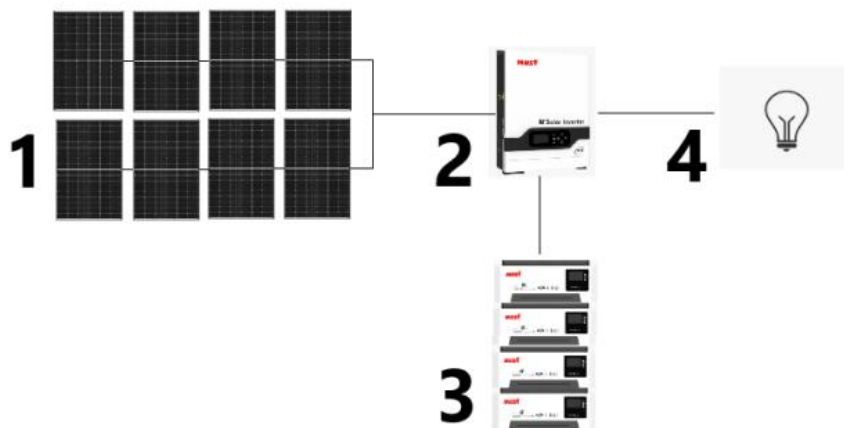


Рисунок 2.4 - схема підключення автономної сонячної електростанції

На рисунку 3 зображено:

- 1 - Масив сонячних панелей, потужністю 3280 Ватт;
- 2 - Інвертор, потужністю 5,5 кВт;
- 3 - Збірка акумуляторних батарей, ємністю 20,480 кВт*год;
- 4 - Споживач електроенергії.

Принцип дії автономної сонячної електростанції: масив сонячних панелей (1) виробляє електроенергію, яку інвертор (2) накопичує в акумуляторних батареях (3), та за необхідністю забезпечує споживач електроенергії (4).

За потреби автономну електростанцію можливо використовувати у мережевому виконанні. У випадку мережевого виконання додається ще 2 компоненти, які зображено на рисунку 2.5.

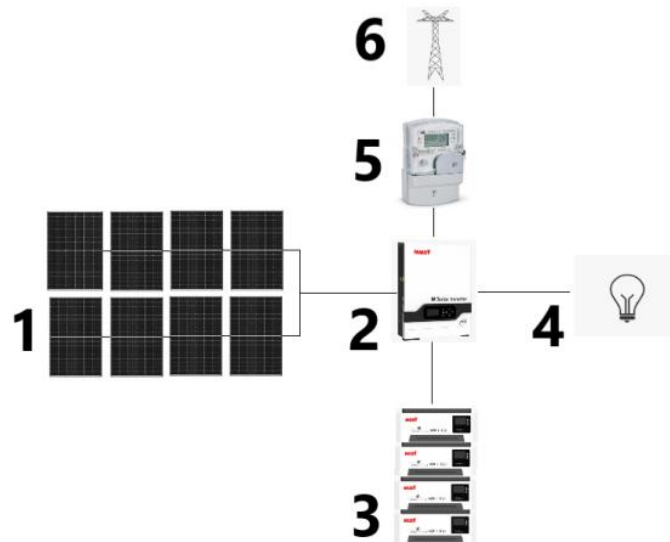


Рисунок 2.5 - варіант мережевої сонячної електростанції з накопичувачем

На рисунку 4 зображено варіант мережевого виконання сонячної електростанції з накопичувачем електроенергії. Принцип дії: компоненти 1-4 виконують ті самі функції, що і на малюнку 3, Інвертор (2), окрім заряджання акумуляторів та живлення споживача, передає надлишкову генеровану електроенергію у зовнішню мережу (6), дані про що відображаються на двонаправленому лічильнику електроенергії (5).

Мережевий варіант сонячної електростанції кращий за автономний тим, що частину електроенергії можна зберігати не в акумуляторних батареях, а в зовнішній мережі. Обладнання сонячної електростанції в мережевому варіанті буде дешевше ніж в автономному. Зважаючи на нестабільну ситуацію в Україні, пов'язану із військовим станом, та можливими вимкненнями світла кращий варіант сонячної

електростанції подано у вигляді таблиці 1.3. Дані щодо вартості взяті із каталогів [11, 12, 13, 14]

Таблиця 1.3 - Компоненти сонячної електростанції

Компонент	Назва компоненту	Ціна
Сонячні панелі	Leartone 410 Вт	6000 грн за штуку (всього 48000 грн за 8 штук)
Інвертор	Must 5.5 кВт Pro	18500 грн
Акумуляторна батарея	MUST LIFEPO4 51,2V 100AH	59660 грн
Двонаправлений лічильник	ADD AD11A.1 GPRS	9084 грн
Усього		135244 грн

В перелік не враховано вартість захисної автоматики, кріплень, провіду. Оцінюємо вартість витратних матеріалів як 10% від вартості електростанції - 13524,4 грн. Загальна вартість 148768,4.

2.4.3 Вдосконалення геліосистеми для нагріву води

В домогосподарстві у приміщенні будинку наявний бойлер із можливістю під'єднання сонячного колектора. Нині на даху будинку встановлений сонячний колектор, який працює лише в літній час та може нагріти 150 літрів води до 43 градусів Цельсію за 8 годин.

Рекомендовано встановити додаткові сонячні колектори, які зможуть працювати цілий рік.

Сонячні колектори переважно використовуються у домогосподарствах двох типів [15]:

- Пласкі;
- Вакуумні.

Пласкі сонячні колектори мають більше розповсюдження ніж вакуумні (концентруючі). У свою чергу вони діляться на прості (містять весь об'єм теплоносія) та проточні (теплоносій нагрівається у колекторі, який потім накопичується в окремому резервуарі).

Структуру плоского сонячного колектора зображено на рисунку 2.6.

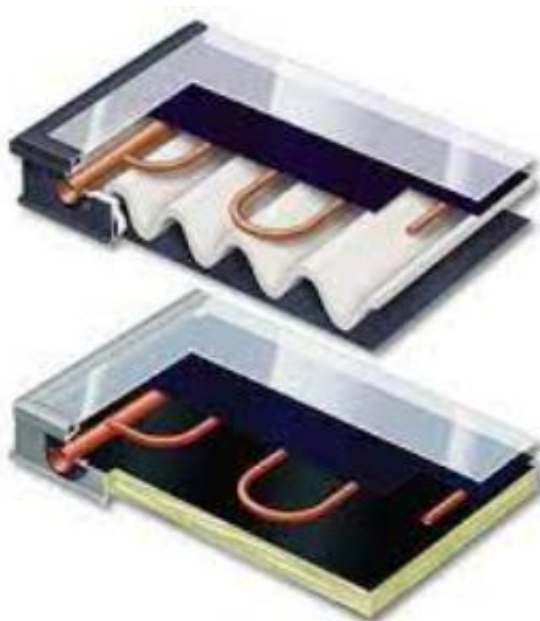


Рисунок 2.6 - структура плоского сонячного колектора

З рисунку 5 бачимо, що плоский колектор складається з утепленого корпусу, на якому розташовано мідні труби для теплоносія; вони, в свою чергу, закриті теплопоглинаючим листом алюмінію, який пофарбовано світлопоглинаючою фарбою чорного кольору, та закритим шаром скла. [15]

ККД таких колекторів складає 45-60%. Правильно підібране устаткування веде до зниження потреб в енергії для нагріву води до 50-60%. [15]

Оскільки пласкі сонячні колектори мають більше розповсюдження, розрахуємо необхідну площу.

Розрахуємо сонячний колектор для нагріву води:

Кількість води, що буде нагріватися 300л (розраховуємо, що бойлер 150 літрів можна було нагріти двічі), робоча площа обраного сонячного колектора 2 м², згідно даних [15] середнє значення сонячної інсоляції в місті Суми дорівнює 11,38 МДж/(м²*день), це дорівнює 3,15 кВт/(м²*день).

Потужність обраного колектора обрахуємо за формулою 18.

$$\text{Потужність} = \text{середня інсоляція} * \text{площа колектора} * \text{ККД} \quad (18)$$

$$3,15 * 2 * 0,8 = 5,04 \text{ кВт/добу} \quad (19)$$

Температурний перепад нагріву води складає 35°C (за розрахунком: бажана температура води 50°C - температура води у системі водопостачання 15°C).

Кількість енергії для нагріву 300 літрів води розрахуємо за формулою 20.

$$\text{Енергія} = \frac{\text{об'єм води, л} * \text{температурний перепад, } ^\circ\text{C}}{859,8} \quad (21)$$

$$(300 * 35) / 859,8 = 12,21 \text{ кВт} \quad (22)$$

Необхідна кількість колекторів :

$$12,21 / 5,04 = 2,42 \text{ штуки} \quad (23)$$

Враховуючи розміри криші ми можемо встановити 2 таких колектори, сумарна потужність яких буде дорівнювати 10,08 кВт*день, цей показник задовольняє 83% від розрахованої потреби.

Схема підключення колектору до бойлеру зображено на рисунку 2.7.

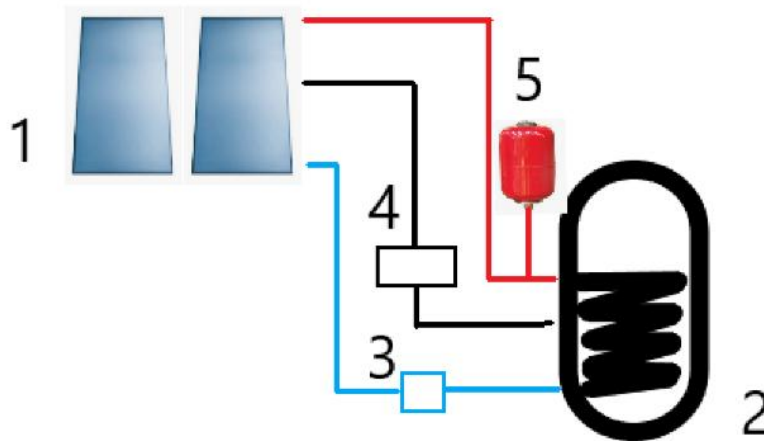


Рисунок 2.7 - схема підключення сонячного колектору

На рисунку 6 зображено просту схему підключення сонячного колектору до бойлера. Принцип дії: колектор (1) збирає сонячну енергію та передає її через теплоносій до бойлера (2), де теплоносій віддає свою теплоту, насос (3) постійно циркулює воду в системі, та контролюється за допомогою контролера (4), розширювальний бак 5 захищає систему від надмірного тиску.

компоненти геліосистеми наведено у таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Компоненти геліосистеми

Компонент	Назва	Ціна
Колектор	Hewalex KS2100F TLP AC	15330 грн за штуку (30660 грн за 2 штуки)
Насос	Grund UPS 25/60 180 мм	1145 грн
Контроллер	M-8 new	2675 грн
Розширювальний бак	Euroaqua	790 грн
Усього		35270 грн

У розрахунку не вказано вартість витратних матеріалів, та з'єднуючих компонентів, візьмемо їх як 10% від вартості системи - 3527 грн, тоді уся система коштує 38797 грн. Бойлер вже наявний, тому його вартість ми не вказуємо.

2.4.4 Висновки за розділом

Було визначено, що основними напрямками впровадження енергоефективних заходів є системи забезпечення електроенергією та опалення.

Розраховано ефект від утеплення горища у приміщеннях домогосподарства. В якості утеплювача обрано мінеральна вата, шар якої 250 мм, температурний опір перекриття в такому випадку складає $6,74 \text{ м}^2\text{К/Вт}$, а економічний ефект від утеплення 10933,87 грн за 1 опалюваний сезон (213 діб).

Другою пропозицією є вдосконалення сонячної електростанції, яка складається із 1640 Вт сонячного масиву та 3 кВт інвертору. Запропоновано збільшити сонячний масив вдвічі до 3280 Вт, інвертор замінити на Must 5.5 кВт Pro, акумуляторну батарею замінити на MUST LIFEPO4 51,2V 100AH та під'єднати її до зеленого тарифу. Така сонячна система здатна забезпечити 83% від річної потреби в електроенергії усього домогосподарства, та забезпечити електроенергією в разі вимкнень світла.

Третє запропоноване рішення - вдосконалення геліосистеми для нагріву води. Було обрано тип колекторів - плоскі, розраховано їх необхідну площу. Обрано 2 колектори Newalex KS2100F TLP AC, які задовольняють потребу у нагріві 300 літрів води на день на 83%.

3. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів на досліджуваному об'єкті.

Досліджуваним об'єктом є приватне домогосподарство, що знаходиться за адресою м. Суми, вул. Лугова, буд. 2. Воно складається із двох житлових приміщень (будинку та флігелю).

Для інженерів, бригадирів та монтажників обладнання, яке пропонується для встановлення і покращення енергоефективності приватної оселі головним є дотримання умов безпеки під час виконання робіт.

Охорона праці визначаються в Україні законом України “Про охорону праці”, кодексом України “Про працю”, міжнародними директивами, конвенціями, наприклад International Labour Organization (ILO). [16]

Визначено нормативні документи охорони праці в енергетиці, серед них [16] :

1. ДНАОП 0.00-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.

2. ДНАОП 1.1.10-1.01-97. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.

3. Правила улаштування електроустановок. (ПУЕ – 2017)

4. Правила технічної експлуатації енергооб'єктів.

5. Правила улаштування електроустановок. (ПУЕ – 2017).

6. ДНАОП 0.00-8.20-99. Порядок проведення експертизи електроустановок споживачів.

7. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів

8. ДНАОП 1.1.10-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів.

9. ДНАОП 0.00-8.19-99. Порядок проведення опосвідчення електроустановок споживачів.

10. ДНАОП 0.00-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів .

11. Техніка безпеки енергооб'єктів.

В Україні визначено 86 видів діяльності, які мають високий ступінь ризику. Енергетична галузь займає перші 20 видів. [16]

Основними чинниками травм при роботах на приватному домогосподарстві можуть стати:

1. Ураження електричним струмом, внаслідок не дотримання правил експлуатації електроустановок (погана ізоляція, контакт провідників із водою, робота всередині установки без попереднього вимкнення, небезпека використання постійного струму).

2. Негативний вплив недостатнього освітлення робочого місця, та шум (ці чинники погіршують сприйняття навколишнього середовища).

3. Недостатня вентиляція приміщень, наявність летких речовин, що впливають на органи дихання людини.

4. Висока температура робочого середовища.

5. Неправильні дії робочих, під час надзвичайних ситуацій (пожежа, наводнення, сильний вітер).

Компанія, яка займається енергоаудитом приватних домогосподарств повинна розробити заходи (протоколи) із ведення робіт, які плануються на об'єкті. Вони повинні забезпечувати безпеки робочих, а також мешканців домогосподарства.

3.2 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Мікроклімат виробничих приміщень - це умови, які впливають на працюючих шляхом конвекції, кондукції та теплового випромінення і випаровування вологи. Це визначається поєднанням відносної вологості, температури, швидкості руху повітря, температурою оточуючих людину поверхонь та їх випромінення. [16]

Існують оптимальні та допустимі умови мікроклімату згідно санітарних норм виробничих приміщень затверджені постановою Міністерства охорони здоров'я № 42 від 01.12.99, м.Київ. [16]

Оптимальні та допустимі показники мікроклімату наведено у таблиці 3.1. [16]

Таблиця 3.1 - Оптимальні та допустимі показники мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Оптимальні показники			Допустимі показники					
		Температура повітря, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/сек	Верхня межа		Нижня межа		Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря,
					Постійне місце	Непостійне місце	Постійне місце	Непостійне місце		
Холодний період року	Легка Іа	22-24	60-40	0,1	25	26	21	18	75	21
Теплий період року	Легка Іб	23-25	60-40	0,1	28	30	22	20	55 при 28 °С	0,2-0,1
Холодний період року	Легка Іа	21-23	60-40	0,1	24	25	20	17	75	22
Теплий період року	Легка Іб	22-24	60-40	0,2	28	30	21	19	60 при 27 °С	0,3-0,1

3.3 Освітлення

Освітлення буває:

1. Природне.
2. Штучне.
3. Комбіноване.

Норми освітлення визначають законом України “Про охорону праці” та ДБН Б.2.5.-28-2006 «Природне і штучне освітлення». Вони відрізняються в залежності від ситуації.

Нормовані значення коефіцієнта природнього освітлення наведено у таблиці 3.2. [16]

Таблиця 3.2 - коефіцієнт природнього освітлення робочого місця

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення, мм	Розгляд зорової роботи	Підрозгляд зорової роботи	Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість при штучному освітленні, лк		КПО для бокового освітлення, %			
						всього	у т. ч. від загального	Комбіноване	Загальне	Природного	Суміщеного
Середньої точності	0,5-1	IV	B	Середній	Середній	400	200	200	1,5	0,9	

3.4 Електробезпека на досліджуваному об'єкті

Оскільки одним із варіантів покращення енергоефективності будинку є встановлення сонячних фотомодулів, постає питання щодо безпеки як персоналу так і роботи обладнання.

Електробезпека - це система заходів (організаційних та технічних), які спрямовані на захист людей (виробничого і не виробничого характеру) від уражень електричним струмом, електричної дуги, електромагнітного поля та статичної електрики. [17]

Ураження від електричного струму мають низьку частоту, але кількість смертних випадків становить від 20% до 40%. Кожен рік в Україні вмирає близько 1500 людей від ураження електричного струму. Більшість цих випадків стосуються використання обладнання до 1000В, оскільки саме такі прилади використовують у побуті та виробництві. [17]

Загалом більша кількість нещасних випадків з'являється тоді коли людина випадково доторкується оголених дротів, або пошкодженого і не заземленого обладнання, роботі без захисних засобів (гумові рукавички, гумові чоботи), недотримання правил безпечної експлуатації електрообладнання. [17]

Електричний струм має таку дію на організм людини [17]:

- Термічну, проявляється під час тривалого проходження струму через кровоносні системи та покривні тканини людини;
- Електролітичну, характеризує порушення хімічного складу складових організму людини;
- Механічну, характеризується пошкодженнями покривів та органів людини;
- Біологічну, з'являється збудження клітин організму.

3.4.1 Розрахунок заземлюючого пристрою

Розрахунок відбувається за визначеною методикою [18] та відповідає сучасним вимогам.

Першим кроком визначається визначається необхідний опір штучних заземлювачів - 4 Ом. [18]

Визначається питомий опір ґрунту а також коефіцієнт сезонності, згідно таблиць 2.1 та 2.2. [18]

Таблиця 2.1 - Питоме значення опору різних ґрунтів

Тип ґрунту	Рекомендоване значення для
------------	----------------------------

Продовження таблиці 2.1

	розрахуку, Ом
Глина	40
Суглинок	100
Чорнозем	30
Садова земля	50

Таблиця 2.2 - Коефіцієнт сезонності ψ для однорідної землі при вимірюванні її опору

Кліматична зона	ψ_B для вертикального електрода довжиною $l_B=3$ м
1	1,9
2	1,7
3	1,5
4	1,3

Розрахунковий питомий опір ґрунту, визначають шляхом перемноження коефіцієнту сезонності на питоме значення опору ґрунту. В нашому випадку ми маємо садову землю та коефіцієнт 1,5, тому питомий опір ґрунту 75 Ом.

Опір розтікання струму вертикального заземлювача R , Ом, за формулою 24. [18]

$$R = \frac{\rho_{гр}}{2\pi l} * \left(\ln \frac{2l}{d} + 0.5 * \ln * \frac{4t+1}{4t-1} \right) \quad (24)$$

Де $\rho_{гр}$ - питомий опір ґрунту, l - довжина заземлючого стержня, d – діаметр стержня, $d = 0,01$ м; t – відстань від поверхні землі до середини заземлювача.

$$\frac{75}{2*3.14*3} * \left(\ln \frac{2*3}{0.01} + 0.5 \ln \frac{4*1.75+1}{4*1.75-1} \right) = 27.29 \text{ Ом} \quad (25)$$

Визначення кількості стержнів розраховується шляхом ділення опору розтікання струму на граничний допустимий опір. В нашому випадку кількість стержнів 6,8, тобто 7 штук.

Визначаємо відстань між вертикальними стержнями заземлення, згідно формули 26. [18]

$$a = kl_B \quad (26)$$

Де k - коефіцієнт (1, 2, 3), l_B - довжина стержня - 3м.

$$1 * 3 = 3\text{м} \quad (27)$$

Розраховуємо довжину горизонтальної штробы за формулою 28. [18]

$$L_{гш} = 1,05an \quad (28)$$

$$1,05 * 3 * 7 = 22,05\text{м} \quad (29)$$

Обчислимо опір з яким розтікається струм по вертикальному заземлювачу, за формулою 30. [18]

$$R_{гк} = \frac{\rho_{гп}}{2\pi L_{гш}} * \ln * \frac{2L_{гш}^2}{bt} \quad (30)$$

$$\frac{75}{2*3,14*22,05} * \ln * \frac{2*22,05^2}{1,75*0,04} = 5,16\text{омм} \quad (31)$$

Де b - 0.04, ширина з'єднувальної полоси.

Визначаємо згідно джерел коефіцієнт використання вертикальних стержнів, розміщених в ряд та горизонтальної штробы $n_{вр}$ - 0.56, $n_{гп}$ - 0.62. [12]

Розрахуємо еквівалентний опір розтікання струму групового заземлювача за формулою 32. [18]

$$R_{гп-р} = \frac{R * R_{гк}}{R * n_{гп} + R_{гк} * n_{вр} * n} \quad (32)$$

$$\frac{27,29*5,16}{27,29*0,62+5,16*0,56*7} = 3,79 \text{ Ом} \quad (33)$$

Із розрахунку 33, бачимо що оіпр розтікання менший ніж максимально допустимий (4 ом), тому вважаємо, що розрахунок виконано успішно

3.5 Висновки за розділом

Під час аналізу небезпечних і шкідливих факторів на досліджуваному об'єкті було проаналізовано сучасні вимоги щодо охорони праці згідно санітарних норм виробничих приміщень затверджені постановою Міністерства охорони здоров'я № 42 від 01.12.99, м.Київ, закону України "Про охорону праці", кодексом України "Про працю", міжнародними директивами, конвенціями, такими як International Labour Organization (ILO). Було описано вимоги щодо мікроклімату, складу повітря та освітлення робочих приміщень. Визначено, що на досліджуваному об'єкті потрібно особливу увагу звернути на вимоги електробезпеки. Розраховано необхідну кількість стрижнів заземлюючого пристрою - 7 штук, діаметром 10мм та довжиною 3 м.

ВИСНОВКИ

Об'єкт енергоаудиту - приватне домогосподарство, що знаходиться у місті Суми, Україна. На території господарства розташовано два житлових будинки площею 49,49 м² та 108,52 м² відповідно, а також підвал, гараж і сарай, які не опалюються.

Із аналізу витрати коштів на енергоресурси ми виділили, що найбільше грошей витрачають на газ (18547,36 грн, в тому числі вартість доставки), на другому місці електроенергія (11104,2 грн). Тому ці два напрямки були об'єктом впровадження енергозберігаючих заходів.

Було визначено основні складові системи енергоменеджменту, які необхідні для проведення вдалого енерго аудиту. Цими складовими є:

- Спеціально навчений персонал;
- Сучасні засоби автоматизації контролю енергоресурсів;
- Аналіз споживання енергоресурсів та прийняття рішень щодо його скорочення та підвищення енергоефективності.

Було визначення способи опалення будинку та флігелю (газовий котел Житомир), опалювальні прилади (радіатори та тепла підлога) та спосіб контролю системи опалення (3 реле температури які контролюють 3 насоси опалення у різних зонах). Під час огляду житлових приміщень приватного домогосподарства було виявлено, що утеплення горищ відсутнє. Розраховано шар утеплення горища, який відповідає нормам ДБН В.2.6-33:2021- 4,95 м²К/Вт та має температурний опір 6,74 м²К/Вт, а економічний ефект від утеплення складе 10933,87 грн за 1 опалюваний сезон (213 діб). Утеплення складається із шару мінерального волокна товщиною 250 мм.

Проаналізовано шляхи впровадження альтернативної енергетики для підвищення енергоефективності та незалежності об'єкту енергоаудиту. Першою пропозицією є вдосконалення сонячної електростанції, яка складається із 1640 Вт сонячного масиву та 3 кВт інвертору. Запропоновано збільшити сонячний масив вдвічі до 3280 Вт, інвертор замінити на Must 5.5 кВт Pro, акумуляторну батарею замінити на MUST LIFEPO4 51,2V 100AH та під'єднати її до зеленого тарифу. Така сонячна система здатна забезпечити 83% від річної

потреби в електроенергії усього домогосподарства, та забезпечити електроенергією в разі вимкнень світла.

Третьою пропозицією є вдосконалення геліосистеми для нагріву води. Було обрано тип колекторів - пласкі, розраховано їх необхідну площу. Обрано 2 колектори Newalex KS2100F TLP AC, які задовольняють потребу у нагріві 300 літрів води на день на 83%.

Список використаних джерел

1. Дзядикевич Ю. В. Енергетичний менеджмент / Ю. В. Дзядикевич, М. В. Буряк, Р. І. Розум. – Тернопіль: Економічна думка, 2010. – 295 с.
2. Статистика погоди. Кліматичні дані за роками та місяцями. [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://meteorpost.com/weather/climate/>.
3. Курс лекцій дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів енергетичних спеціальностей за освітньо-кваліфікаційними рівнями «спеціаліст» і «магістр» / Укл.: Л. Д. Третякова. – К.: НТУУ «КПІ», ІЕЕ, 2016. – 110 с.
4. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99 [Електронний ресурс]. – 1999. – Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/va042282-99#Text>.
5. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. – К. : Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житловокомунального господарства України, 2022. – 23 с.
6. Енергозбереження будівель та споруд: Збірник задач [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальностей 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» та 144 «Теплоенергетика» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Дешко В.І., М.М. Шовкалюк, І.Ю. Білоус. – Електронні текстові дані (1 файл: 15,18 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 83 с.
7. Кришталь М. А. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ТЕРМОДИНАМІКА І ТЕПЛОПЕРЕДАЧА» / М. А. Кришталь, О. М. Нуянзін. – Черкаси: ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ, 2015. – 40 с.
8. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних джерел енергії України / за заг. ред. С.О. Кудрі. – Київ: Інститут відновлюваної енергетики НАН України, 2020. – 82 с.
9. Розрахунок геліосистеми з фотоелектричними перетворювачами [Текст]: метод. рек. до викон. розрахункової роботи для студ. спеціальності 144

- «Теплоенергетика» /Уклад: В.І Шкляр, В.В. Дубровська, – К.: НТУУ «КПІ», 2015. – 52 с.
10. Бойко В. М. Географія / В. М. Бойко, І. Л. Дітчук, Л. Б. Заставецька. – Ірпінь: Перун, 2021. – 288 с. – (2).
 11. Акумулятор MUST LIFEPO4 51,2V 100AH 5,12KWH [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://brilliantsolar.com.ua/ua/p1988424891-akkumulyator-must-lifepo4.html?source=merchant_center&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA6byqBhAW EiwAnGCA4CDADXA2JXwmG__sd7lMCyXuaS44dXcEZiWsX9jO3GkntrE5p_Dw wxoCrUsQAvD_BwE
 12. Солнечная батарея Learton Solar LP182M54-MH-410W/BF, MBV [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://alfa.solar/ru/solnechnaya-batareya-learton-solar-lp182m54-mh-410wbf-mbb-id1480.html>
 13. MUST PH18000 Plus 5KW 5.5KW 48V [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.aliexpress.com/i/1005003339033015.html>
 14. Электрический счётчик ADD AD11A.1 GPRS [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://axiomplus.com.ua/elektricheskie-schetchiki/product-106510/>
 15. Розрахунок системи сонячного гарячого водопостачання [Текст]: метод. рек. до викон. домашньої контрольної роботи для студ. спеціальності 101 «Екологія» Спеціалізації «Інженерна екологія та ресурсозбереження» /Уклад: В.В.Дубровська, В.І. Шкляр – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.
 16. Курс лекцій дисципліни «Охорона праці в галузі» для студентів енергетичних спеціальностей за освітньо-кваліфікаційними рівнями «спеціаліст» і «магістр» / Укл.: Л. Д. Третьякова. – К.: НТУУ «КПІ», ІЕЕ, 2016. – 110 с.
 17. Амелюк В. І. Методичні рекомендації до практичних робіт з курсу «Охорона праці в галузі» для студентів спеціальності 7.010103. Технологічна освіта / В. І. Амелюк. – Бердянськ, 2011.
 18. Резнік Д. В. Методичні вказівки щодо виконання практичних і контрольної робіт з навчальної дисципліни «Електробезпека» для студентів усіх форм навчання зі

спеціальності 263 – «Цивільна безпека» / Д. В. Резнік, С. В. Сукач, Ю. І. Чеберячко. – Кременчук, 2019. – 49 с.

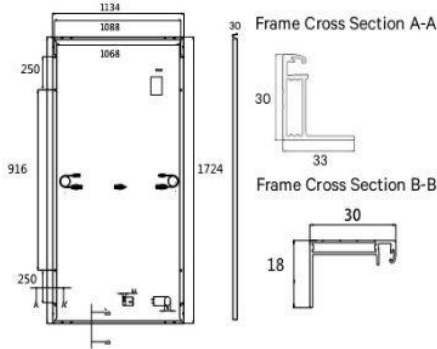
Додаток А - Характеристика сонячних панелей Leaptone 410 Ватт

2022 V2



LP182*182-M-54-MH

MECHANICAL DIAGRAMS



SPECIFICATIONS

Weight	21.5kg
Dimensions	1724mm*1134mm*30mm
Cell Dimensions	182*182mm
Cell Amount	54*2 pcs
Maximum System Voltage	1500V
Junction Box	IP68
Frame	Aluminum Alloy
Cable	4mm ² , N 1100mm/P 1100mm or customized length
Connector	MC4 compatible
Application Level	Class A

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

Power	400W	405W	410W	415W
Open Circuit Voltage	36.94V	37.14V	37.34V	37.54V
Short Circuit Current	13.60A	13.65A	13.70A	13.75A
Maximum Power Voltage	30.92V	31.12V	31.32V	31.62V
Maximum Power Current	12.94A	13.00A	13.06A	13.12A
Module Efficiency	20.46%	20.72%	20.97%	21.27%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NMOT

Power	295W	298W	302W	306W
Open Circuit Voltage	34.49V	34.69V	34.89V	35.09V
Short Circuit Current	10.70A	10.75A	10.80A	11.00A
Maximum Power Voltage	28.78V	28.98V	29.18V	29.38V
Maximum Power Current	10.25A	10.28A	10.35A	10.40A
Module Efficiency	15.09%	15.24%	15.45%	15.66%

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

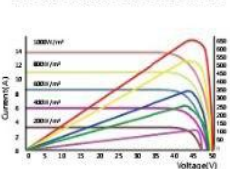
NMOT	41±3°C	Temp Coefficient of ISC	+0.05%/°C
Temp Coefficient of VOC	-0.28%/°C	Temp Coefficient of Pmax	-0.36%/°C

PACKING CONFIGURATION

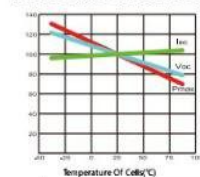
Modules/Pallet	36 Pieces	Modules/40'Container	936 Pieces
Packing Description	26 Pallets, Total=(36+36)x13=936 Pieces		

CHARACTERISTICS

LP182*182-M-54-MH-400W



LP182*182-M-54-MH-400W



MAXIMUM RATING

Output Tolerance	0~+5W
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Wind Load/Snow Load	2400pa/5400pa
Fuse Current	25A



Headquarter: Leapton Energy Co., Ltd.

Tosei Bldg. 6F, 1-2-1 Aibi-cho, Chuo-ku Kobe-shi, Hyogo, 650-0025, Japan

+81-78-382-3182

www.leaptonenergy.jp

Manufacturer: Leapton Solar (Changshu) Co., Ltd.

No.9, Sunshine Avenue, Changshu City, Jiangsu, China

+86-512-88800068

info@leaptonenergy.com

www.leaptonpv.com

Leapton Energy Co., Ltd.

Додаток Б - Характеристика інвертора Must

MODEL	PV18-5048 VHM 5548VHM
Nominal Battery System Voltage	48VDC
INVERTER OUTPUT	
Rated Power	5000W/5500W
Surge Power	10000W/11000W
Waveform	Pure sine wave
AC Voltage Regulation (Batt.Mode)	(220VAC ~ 240VAC)±5%
Inverter Efficiency (Peak)	93%
Transfer Time	10ms (For Personal Computers) 20ms (For Home Appliance)
AC INPUT	
Voltage	230VAC
Selectable Voltage Range	170~280VAC(For Personal Computers); 90~280VAC(For Home Appliances); 184~253VAC(VDE4105)
Frequency Range	50Hz/60Hz (Auto sensing)
BATTERY	
Normal voltage	48VDC
Floating Charge Voltage	54VDC
Overcharge Protection	60VDC
SOLAR CHARGER&AC CHARGER	
Maximum PV Array Open Circuit Voltage	145VDC
PV Array MPPT Voltage	64~130VDC
Standby Power Consumption	2W
PV Input Power	4000W
Maximum Solar Charge Current	80A
Maximum Efficiency	98%
Maximum AC Charge Current	60A
Maximum Charge Current	140A AC+PV
MECHANICAL SPECIFICATION	
Machine Dimensions (W*H*D)(mm)	297.5*468*125
Package Dimensions (W*H*D)(mm)	638*395*241
Gross Weight(kg)	13.5
OTHER	
Humidity	5% to 95% Relative Humidity (Non-condensing)
Operating Temperature	0°C -55°C
Storage Temperature	-15°C -60°C