

« » 2020 p.

Дніпро
2020

1. ВСТУП

В світі щорічно зростають потреби в енергії, а кількість традиційного палива невинно зменшується. Сонячна теплова енергія за цих обставин набуває все більшої зацікавленості громадськості.

Отримання енергії від Сонця має низку переваг:

- сонячна енергія доступна в кожній точці нашої планети, розрізняючись по щільності потоку сонячного випромінювання не більше ніж в два рази. Тому вона приваблива для всіх країн, відповідаючи їх інтересам в напрямку енергетичної незалежності;

- сонячна радіація - це екологічно чисте джерело енергії, що дозволяє використовувати його у все більш зростаючих масштабах без негативного впливу на довкілля;

- сонячне випромінювання – це практично невичерпне джерело енергії, яке буде доступне через мільйони років.

Енергетичні проблеми в теперішній час являються найбільш актуальними для всіх країн світу. Насамперед це пов'язано із зростаючим споживанням енергоресурсів. Кожні 20 років енергоспоживання збільшуються майже в два рази. Це призводить до зменшення запасів традиційних джерел енергії, таких як: вугілля, газ, нафта, уран.

Статистика показує, що потреба у традиційних джерелах енергії експотенціально зростає. Так у 2010 році споживання всіх видів енергії людством склало - 535 ЕДж ($535 \cdot 10^{18} \text{ Дж}$).

При такому темпі споживання джерел енергії вважається, що запаси вугілля закінчатся через 300-500 років, нафти та газу – 30-40 років, урану -150 років.

Україна належить до енергодефіцитних держав та задовольняє свої потреби у паливно-енергетичних ресурсах за рахунок власного видобутку лише на 50%. Енергозалежність та зростаючі ціни на природний газ для діючих підприємств в Україні потребують негайних змін в енергетичній політиці та зумовлюють необхідність використання нетрадиційних видів палива, а також енергозбереження. Зволікання з вирішенням цих завдань – реальна загроза розвитку економіки держави та довкіллю.

Основними напрямками використання сонячній енергії вважаються:

1. Здобуття тепла шляхом прямої абсорбції сонячного випромінювання;
2. Перетворення сонячної радіації на електричну енергію.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		1

Отримання тепла шляхом прямої абсорбції сонячного випромінювання являє собою найбільш простий, з боку технічної реалізації, спосіб використання сонячної енергії. Тепло, отримане в результаті прямої абсорбції сонячної радіації, використовується для нагрівання води, обігріву приміщень, охолодження приміщень, сушіння матеріалів та продуктів сільськогосподарського виробництва. Великий практичний інтерес до обігріву приміщень та отримання гарячої води, за рахунок сонячної радіації, обумовлений тим, що в промислово розвинутих країнах близько 30-40% виробленої енергії споживається на так зване низькотемпературне нагрівання.

Найбільшою по своєму потенціалу являється сонячна енергія. Щорічно на Землю приходить 3850000 ЕДж енергії. Завдяки цій енергії можливе впровадження і використання нових технологій, які можуть бути ефективними і надійними для забезпечення гарячого водопостачання і опалювання житлових і громадських будівель, підігрівання води в басейнах і навіть сонячного кондиціонування і опріснення води.

Сонячна енергія нерівномірно розподіляється по поверхні Землі. Значний вплив чинять мікрокліматичні погодні умови (тумани, сніг і тому подібне). Тому системи, які використовують сонячну енергію, не мають постійної потужності ні протягом світлового дня ні впродовж року, усі розрахунки виробляються за усередненими даними за певний проміжок часу.

Основним елементом геліосистем є сонячний колектор (геліоколектор). Саме у поглинаючій панелі геліоколектора під впливом сонячного випромінювання (інфрачервоної складової) відбувається перетворення сонячної енергії в теплову, в результаті, панель розігрівається, а прокачуваний через її канали рідкий теплоносіє відбирає отримане тепло. Прозора ізоляція (скло) і теплоізоляційний шар зменшують втрати теплової енергії. У двоконтурних системах нагрітий в колекторі теплоносіє поступає у внутрішній (чи зовнішній) теплообмінник бака-акумулятора, де передає отриману теплову енергію воді. Потім, теплоносіє, що охолодився, повертається в колектор і знову нагрівається - цикл замикається. Теплоносіє безперервно циркулює між колекторами і баком до тих пір, поки досить сонячній енергії, щоб нагрівати воду.

Від ефективності сонячного колектора значною мірою залежить ефективність роботи усієї системи. Чим більше сонячної енергії поглине геліоколектор, і чим менше він її втратить, тим ефективніше працюватиме система.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		2

За прогнозами учених-аналітиків, після вичерпання на Землі органічних видів палива (нафти, газу і вугілля) найбільшим джерелом енергії для людства залишиться Сонце, яке прослужить цивілізації, щонайменше, 3-4 млрд. років. І ще одна цифра - річна кількість енергії, що поступає від Сонця, майже в 15 тисяч разів перевищує кількість енергії, Землі, що витрачається населенням, для забезпечення усієї господарської діяльності.

На території України енергія сонячної радіації за один середньорічний світловий день складає в середньому 4 кВт за годину на 1 м^2 (у літні дні – до $6,5 \text{ кВт}$ на годину) тобто близько $1,5 \text{ тисячі кВт} \cdot \text{год}$ за рік на кожен квадратний метр. Це приблизно стільки ж, скільки в середній Європі, де використання сонячної енергії носить досить широкий характер.

В наш час широко ведеться пошук оптимальних конструкцій установок для опалювання житлових і громадських будівель. Багато уваги приділяється спрощенню конструкції та підвищенню експлуатаційної надійності приладів. Проектуються прилади та засоби, спрямовані на скорочення втрат енергії. У зв'язку з інтенсивним розвитком технологій сонячної енергетики, у світі з'явилася безліч конструктивних рішень і варіантів геліосистем, які класифікуються за різними критеріями.

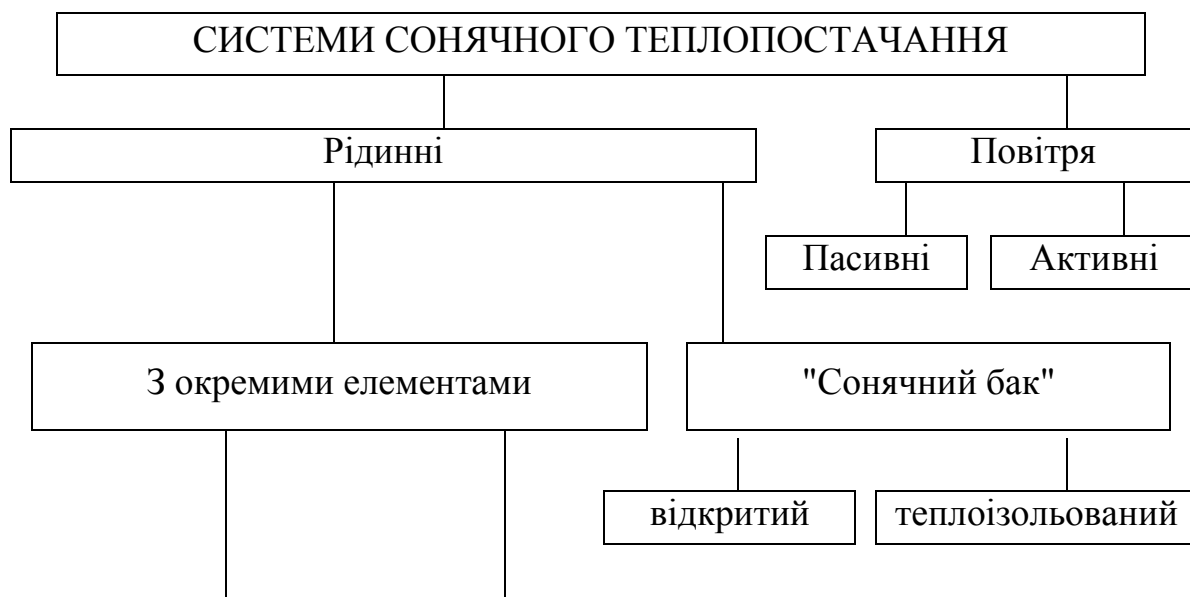




Рисунок 1.1- Класифікація систем сонячного теплопостачання

У цій класифікації приведений тільки укрупнений список часто використовуваних варіантів геліосистем, застосованих в кліматичних умовах України. Будь-яку систему сонячного теплопостачання бажано конструювати з акумулятором теплової енергії, але існують системи, в яких він відсутній. У зв'язку з тим, що сонячна енергія, що поступає, нестабільна в часі, такі системи не рекомендується розраховувати на міру покриття від сонця більше 10%. Ці системи ми також не розглядатимемо із-за дуже вузької специфіки їх застосування. Із-за своєї універсальності, ефективності, гнучкості і зручності, найбільшого поширення набули рідинні системи геліосистеми з акумулятором теплової енергії, в яких є окремі елементи з чітко позначеними функціями:

- сонячний колектор - перетворення і поглинання енергії;
- акумулятор теплової енергії - поглинання і збереження енергії;
- сполучний трубопровід - доставка з мінімальними втратами теплової енергії в акумулятор.

Двоконтурні системи можуть тривало ефективно і надійно працювати на усій території України, оскільки в більшості своїй вода має високу жорсткість. Якщо система була розморожена або канали колекторів практично повністю забилися солями, то в більшості випадків, це призводить до необхідності повної заміни геліоколекторів, оскільки на місці усунути такого роду несправності практично неможливо. Зниження ефективності двоконтурних систем відбувається незначне, щоб віддаючи перевагу одноконтурній системі, жертвувати надійністю. Системи з природною (термосифонна) і примусовою циркуляцією теплоносія. Принцип роботи систем з природною циркуляцією теплоносія : розігрітий теплоносій (маючи нижчу щільність) спрямовується у верхню частину колектора, внаслідок чого виникає різниця гідростатичних тисків; якщо колектор підключити до бака, який знаходиться вище за нього, то виникне мимовільна циркуляція теплоносія, швидкість якої залежить від конструкції колектора, інтенсивності сонячного випромінювання і швидкості охолодження в теплообміннику. Термосифонні системи не бажано використовувати, якщо

загальна площа колекторів більше 10 м^2 (згідно ВСН 52-86 “Установки сонячного гарячого водопостачання”).

Вище викладене дає підставу вважати, що в Україні існують всі необхідні та достатні умови для широкомасштабного впровадження геліоенергетики та сонячних колекторів для виробництва теплової енергії в народному господарстві.

Метою мого диплому є впровадження проекту сонячної системи для забезпечення потреб ДНУЗТ у тепло.

2. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ ТА ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

2.1. Тепловий режим будівлі

Тепловим режимом приміщення в будівлі називається сукупність всіх факторів і процесів, що визначають теплову обстановку в ньому. На рис. 1.1 показана спрощена схема теплового балансу приміщення. Важливою складовою складного процесу, який формує тепловий режим приміщення, є теплообмін на поверхнях. Тепловий баланс будь-якої поверхні i в приміщенні може бути представлений рівнянням:

$$Q_{\text{рад}} + Q_{\text{конв}} + Q_{\text{конд}} = Q_{\text{наг}} \quad 2.1$$

Промениста $Q_{\text{рад}}$, конвективна $Q_{\text{конв}}$ і кондуктивна (теплопровідністю) $Q_{\text{конд}}$ складові теплообміну на поверхнях в приміщенні можуть змінюватися в часі, мати різну величину і знак, але рівняння (2.1) залишається незмінним для всіх поверхонь в стаціонарних і нестаціонарних умовах, теплообміну. Виняток становлять поверхні, на яких відбуваються явища, пов'язані з виділенням та поглинанням тепла (випаровування води або водяної пари, опромінення зосередженим джерелом). Для таких умов в рівняння теплового балансу (2.1) необхідно ввести складові, що враховують наявність додаткових джерел або стоків тепла.

Прогнозування стану мікроклімату в сучасних будівлях і спорудах, в т.ч. і унікальних об'єктів, - важлива складова при проектуванні нових і реконструкції

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

наявних об'єктів. Побудувати красиву будівлю, а потім виправляти помилки, переробляти системи опалення, вентиляції та кондиціонування повітря досить дороге задоволення.

Починаючи з 1989 року ведеться розробка методичних основ нової технології проектування і експлуатації будівель і систем забезпечення мікроклімату з можливістю прогнозування того, як будуть працювати системи, забезпечать вони прийнятний комфорт. Така методика дозволить провести коригування проектних рішень, вирішити питання автоматизації працюючого обладнання, звести до мінімуму енергетичні витрати. Знати, як зміниться мікроклімат в приміщеннях при різкому похолоданні або потеплінні і в інших нестандартних або надзвичайних обставин, також важливо.

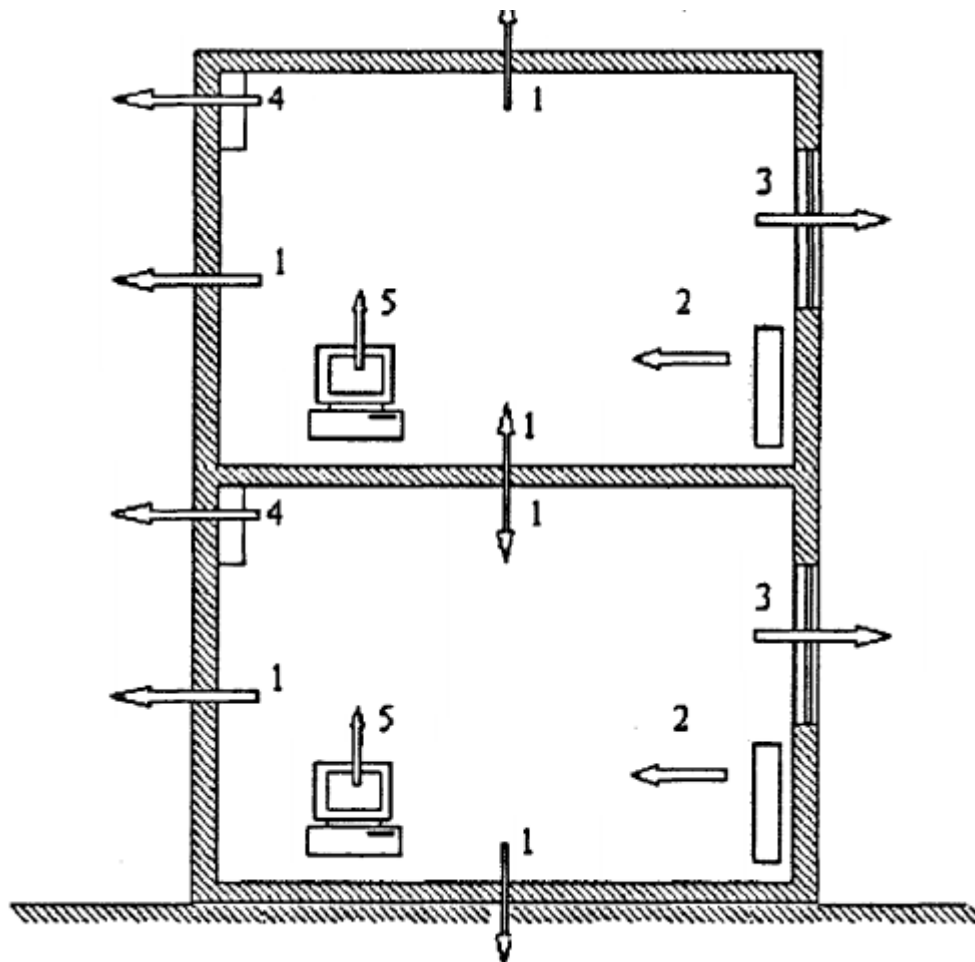


Рис. 1.1. Схема теплового балансу будівлі

1 – тепловтрати через огорожувальні конструкції; 2 – тепловиділення від опалювальних приладів; 3 – тепловтрати через світловий отвір; 4 – тепловтрати

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

за рахунок повітрообміну; 5 – надходження тепла від технологічного обладнання

Оцінка екологічної та енергетичної ефективності об'єкта пов'язана з аналізом характерних добових і річного циклів параметрів мікроклімату. Прогнозування параметрів мікроклімату проводиться при проведенні серій розрахунків на основі математичної моделі, яка поєднує зовнішнє, крайове і внутрішнє завдання теплового, повітряного і вологісного режимів будівлі. При розрахунках враховуються взаємопов'язані процеси тепломасообміну, що відбуваються в приміщеннях, в зовнішніх і внутрішніх огорожувальних конструкціях і зовні будівлі.

2.2 Математична модель конвективного теплообміну в приміщенні

Натурні дослідження показують, що в більшості приміщень в результаті перемішування повітря спостерігається порівняно рівномірний розподіл його температури в плані і по висоті приміщення. Виняток становлять приміщення з великими надлишками тепла або з подачею повітря неізотермічними струменями. Чим вище приміщення, чим більше в ньому джерел тепла, ніж дискретні ці джерела і чим більше їх температура відрізняється від температури внутрішнього повітря, тим більше змінюється температура в плані і по висоті приміщення. Розрахунок конвективного теплообміну в приміщенні може бути виконаний на основі рішення рівнянь збереження кількості руху (рівняння Нав'є-Стокса), енергії і маси:

$$\begin{cases} \frac{\partial}{\partial t}(\rho V_i) = -\frac{\partial \Pi_{i,k}}{\partial x_k} \\ \frac{\partial T}{\partial t} + V \nabla T = \text{div} \lambda \nabla T \frac{1}{\rho c}, \\ \frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{div} \rho V = 0 \end{cases} \quad 2.2$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

де $\Pi_{i,k}$ - тензор щільності потоку імпульсу, рівний для в'язкої стисливої рідини:

$$\Pi_{i,k} = \rho \delta_{i,k} + \rho V_i V_k - \sigma'_{i,k};$$

$\delta_{i,k}$ - одиничний тензор; ρ - щільність повітря; $\sigma'_{i,k}$ - тензор в'язких напружень; індекси i та k пробігають значення 1, 2, 3, відповідні компонентам векторів і тензорів, по осях x , y та z .

Граничні умови для системи рівнянь визначаються виходячи з фізичної моделі процесу.

2.3. Математична модель теплопередачі через огорожувальні конструкції

У загальному випадку огорожувальні конструкції є неоднорідними і містять вентилязовані або замкнуті повітряні прошарки, а також джерела тепла. При визначенні математичної моделі рівняння теплопровідності для конструкції можна записати у вигляді:

$$C_i \rho_i \frac{\partial T_i}{\partial t} = \lambda_i \frac{\partial^2 T_i}{\partial y^2} \pm C_R J_F \frac{\partial T}{\partial y} + Q_{sou}(t), \quad 2.3$$

де J_F - витрата повітря через одиницю поверхні огорожі;

C_R - питома теплоємність повітря;

Q_{sou} - питома потужність джерел тепла в огорожі;

$C_i \rho_i$ - добуток питомої теплоємності матеріалу шару огорожі на його щільність.

2.4. Математична модель теплопередачі через світловий отвір

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Математична модель теплопередачі через заповнення світлового прорізу складається з узагальненого опису наступних теплових потоків:

- надходження теплоти в результаті сонячної радіації, що поглинається заповненням безпосередньо проникає в приміщення Q_r ;
- надходження теплоти або тепловтрати внаслідок різниці температур внутрішнього і зовнішнього повітря Q_c ;
- надходження теплоти або тепловтрати внаслідок фільтрації повітря через сіни і по контуру примикання заповнення до стіни, обумовлені різницею тиску і температури всередині і зовні будівлі Q_f .

У тепловому балансі приміщення наскрізні надходження теплоти прийнято враховувати як джерела тепла, рівномірно розподілені по площі всіх внутрішніх огорожень, потужність яких обчислюється за формулою:

$$q = \frac{\sum Q_{наскр}}{\sum A_{огор}} \quad 2.4$$

Кінцевий вигляд:

$$Q_c + Q_r + Q_f = 0$$

2.5 Існуючі методи побудови динамічної моделі теплового режиму будівлі

Для дослідження роботи систем тепlopостачання будівель необхідно, перш за все, скласти математичну модель теплового режиму будівлі. В даний час це є актуальним завданням і існує кілька методів підходу до її здійснення.

Динамічна модель теплового режиму будівлі для дослідження роботи систем тепlopостачання повинна відповідати, як мінімум, наступним вимоги:

- $T_{\text{повітря в приміщенні}} = f(\text{часу, конструкції будівлі, } T_{\text{зовнішнього повітря}}, q_{\text{сумарне}})$;
- $T_{\text{внутр. поверхні стіни}} = f(\text{часу, конструкції будівлі, } T_{\text{зовнішнього повітря}}, q_{\text{сумарне}})$.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Світова енергетична криза 70-х років призвела, зокрема, до появи нового науково-експериментального напрямку в будівництві, пов'язаного з поняттям «будинок з ефективним використанням енергії». Широке поширення в світовій практиці проектування систем кліматизації будівель отримали програми BLAST (1977), DOE-1 (1978), NBLSD (1974) і TRNSYS (1975). Ці програми були розвинені, щоб моделювати споживання енергії будівлі і приймати раціональну політику енергозбереження.

Основні методи математичного моделювання теплового режиму приміщення, які використовувалися в цих програмах діляться на дві групи:

1. Метод чисельного моделювання, в якому приміщення розглядається як об'єкт з розподіленими параметрами. У цьому методі математичні моделі описують температурне поле в плані і по висоті приміщення, і окремо враховують променистий і конвективний теплообмін в приміщенні.

Міталосом досліджувалися коливання температури матеріалу огорожі по його товщині. У 1977 роках Хієргагер і Магнуссен проводили дослідження за допомогою чисельних методів тривимірного стаціонарного простору вентильованого приміщення. У роботі Сакамото моделювалося внутрішнє тривимірне стаціонарне простір приміщення і використовувалася $k - \varepsilon$ модель турбулентності, використовувалася змішання конвекція. На той час починають з'являтися комерційні програмні продукти для опису гідродинаміки і тепломасообміну і автори публікацій орієнтуються в своїх роботах на вже готові програми.

Варіанти наукового використання моделювання тривимірних приміщень і дослідження впливу розподільників повітря рясно з'являються в 90 роках.

Найбільш докладний матеріал представлений в роботі Чен Кінгуана, який був їм зібраний при роботі в лабораторії Технології Внутрішнього Клімату.

У публікаціях з 1990 по 2003 роки, представлені варіанти використання програмного пакета PHOEMC3 з використанням різних моделей турбулентності, для моделювання теплового режиму приміщення.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Одна з останніх робіт з математичного моделювання з використанням методу кінцевих різниць зроблена Табунціковом.

В принципі, метод чисельного моделювання теплового режиму будівлі точний особливо для будинків із складними геометриями і з різними матеріалами конструкції. Але при дослідженні нестационарних режимів, коли потрібні різноманітні і багаторазові розрахунки в різні моменти часу, метод чисельного моделювання не знайшов широкого застосування. Тому, незважаючи на велику кількість публікацій в літературі, присвяченій цій тематиці, нестационарний підхід мало зустрічається. Вирішуються приватні і вузькоспеціалізовані питання, де метод чисельного моделювання або підтверджує експериментальні дані, або вирішує питання елементів системи, або підтверджує приватні висновки.

2. Метод з зосередженими параметрами, в якому приміщення розглядається як об'єкт із зосередженими параметрами і температура повітря приймається однаковою по всьому об'єму приміщення.

Метод з зосередженими параметрами є одним з простих, але здатних методів моделювання теплового режиму будівлі. У цьому методі елементи конструкцій будівлі ділять на кілька елементів, в яких температура вважається однаковою. Записуючи баланс енергії для кожного елемента, отримують диференціальне рівняння, що виражає температуру в розглянутому елементі через температури в інших елементах, геометричні характеристики і теплофізичні властивості матеріалів конструкції будівлі. Порядок моделі в цьому методі мінімально 5-й (4 описують баланс елементів конструкції і 1 описує баланс енергії внутрішнього повітря), але точність обмежена. Однак, точність може бути поліпшена, збільшуючи порядок моделі (тобто опис кожного елемента будівлі з великим числом шарів з однаковою температурою).

Лоренцо і Масі зробили першу серйозну спробу моделювання будівлі з використанням моделі низького порядку. Їм використана модель 2-ого порядку, в якій використовувалися одна теплоємність для внутрішнього повітря і одна для

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

огороджувальної конструкції. При застосуванні моделі 2-ого порядку для будівель з великими теплоємності точність розрахунків зменшується.

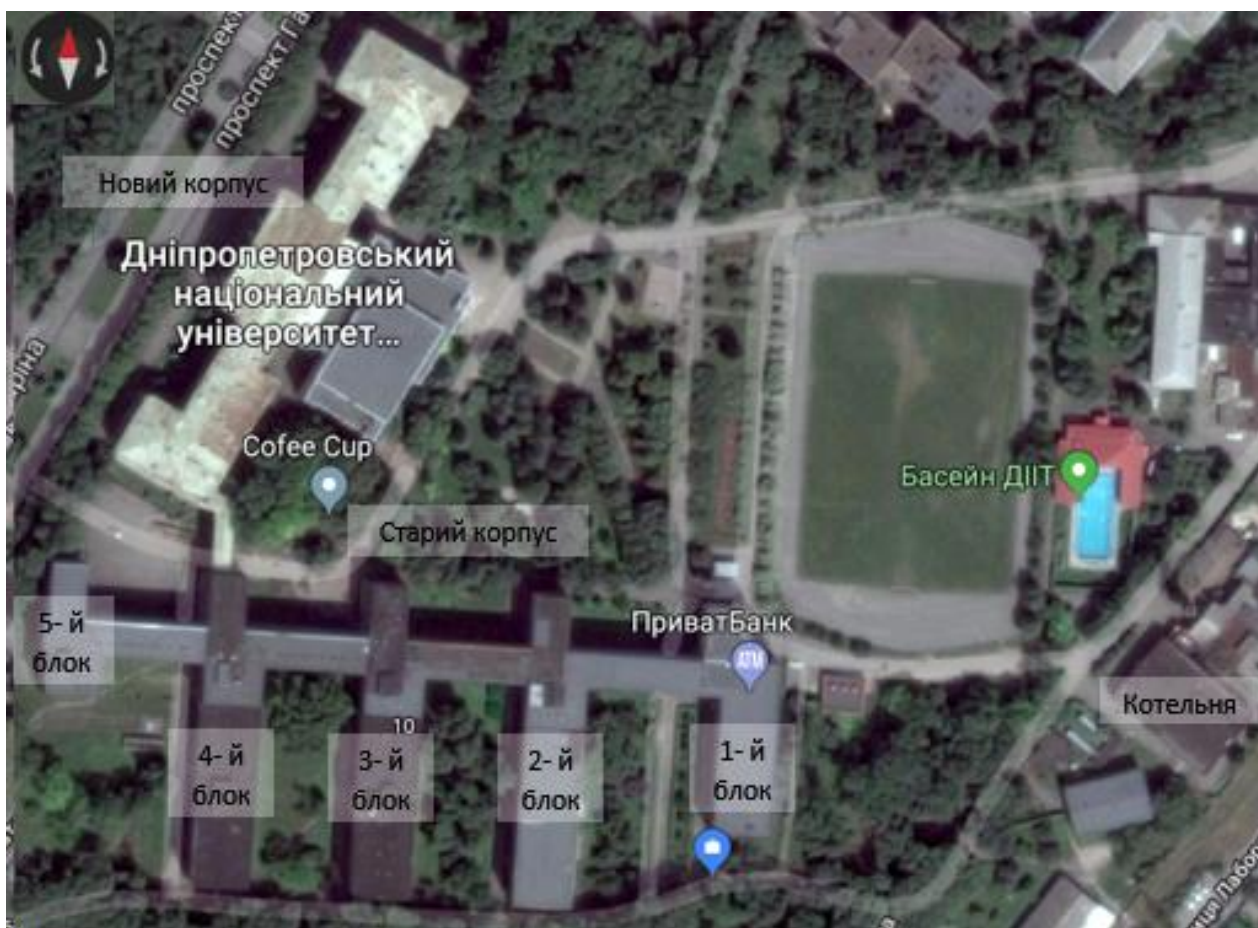
У даній роботі з метою дослідження нестационарних процесів теплового режиму будівлі, при яких потрібно зробити різноманітні розрахунки в різні моменти часу, був використаний метод з зосередженими параметрами.

2.6 Опис будівель і споруд які підлягають модернізації з метою застосування ВДЄ

У дипломі центром нашої уваги буде новий і старий корпус ДНУЗТ. Рік введення в експлуатацію старого корпусу – 1935 рік і нового – 1944 рік. Клімат у зоні розташування – помірно – континентальний. Середня температура опалювального періоду становить $-1,0^{\circ}\text{C}$, температура найхолоднішого місяця $-5,4^{\circ}\text{C}$, розрахункова температура для проектування опалення -23°C , тривалість опалювального періоду 175 діб.

План-схема розміщення забудови

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



2.6.1 Загальна характеристика будівель

Будівля	Нова	Стара	
Кількість поверхів	4	5	пов.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Кількість під'їздів/блоків	2	3	шт.
Середня кількість людей, які перебувають у приміщеннях	400	455	чол.
Тривалість перебування людей у приміщеннях	8	8	год/добу
Площа забудови	3278.3	7653.2	м ²
Опалювальна площа	11091.2	35438	м ²
Опалюваний об'єм	61369	176337	м ³
Висота будівлі	18.5	20.4	м
Периметр будівлі	418	1145.59	м
Висота приміщень	3.1	3.5	м
Розрахункове теплове навантаження (на розрахункову температуру)	0,1274		Гкал/год
Фактичне теплове навантаження (на розрахункову температуру)	0,1619		Гкал/год
Розрахункове теплове навантаження після ТМБ (на розрахункову температуру)	0,0578		Гкал/год
Тип системи теплопостачання	Від котельні	Від котельні	
Система гарячого водопостачання	відсутня	відсутня	
Система вентиляції	природна	природна	

2.6.2 Енергоспоживання

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункове енергоспоживання будівлі - енергоспоживання будівлі з урахуванням реальних умов експлуатації будівлі.

Вимірне енергоспоживання - фактично спожита енергія згідно з показами лічильників.

При розрахунку базового енергоспоживання для наведених нижче параметрів введені значення не повинні бути нижчими за проектні/нормативні значення:

- Температура повітря в будівлі;
- Кратність повітрообміну;
- Час роботи (в т.ч інженерних систем);
- Освітлення (відновлення/підвищення рівня освітлення).

Якщо реальне значення цих параметрів нижче, використовуємо проектне/нормативне значення для розрахунку «Базової лінії», а якщо реальне значення вище, то використовуємо останнє. Для всіх інших параметрів вводимо фактичні значення.

Тобто в базовій лінії враховується дотримання нормативного температурного режиму в приміщенні, робота системи вентиляції, яка повинна забезпечувати нормативний повітрообмін, та система ГВП з урахуванням споживання гарячої води протягом всього року.

Значення споживання енергоносіїв після виконання ТМВ (термомодернізації будівлі) с розрахунковим.

Енергетичний баланс будівлі, кВт·год/м²

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Стаття витрат	Розрахункове	Фактичне	Базове	Після ТМБ
Опалення	141,6	141,4	207,6	74,2
в т.ч. вентиляція (обігрів)	0,0		0,0	0,0
ГВП	0,0		0,0	0,0
Охолодження	0,0	-	0,0	0,0
Освітлення	9,8	(46,8)*	10,1	2,0
Вентилятори п насоси	0,0		0,0	0,3
Інше **	24,3		24,3	24,3
Всього:	175,6	188,1	242,3	100,7

* - Вказане загальне споживання електроенергії на освітлення, вентилятори та інше, оскільки встановлено загальний лічильник на ввіді, окремого обліку електроенергії по даних категоріях не ведеться.

** - До іншого відноситься електрообладнання, яке встановлено та працює на об'єкті енергетичного обстеження. Більш детальну інформацію див. Додаток Е (Електроспоживання/Електроприлади).

2.6.3 Опис огорожуючих конструкцій та інженерних систем споруди

Характеристика зовнішніх огорожуючих конструкцій (стін)

Загальна площа стін становить 1239 м², приведений (середньозважений) термічний опір становить 0,838 (м²·К)/Вт. нормативне значення згідно з ДБН В.2.6-31:2006 – 3,3 (м²·К)/Вт.

Кількість конструктивних типів -1.

Площа стін, теплотехнічні характеристики яких не відповідають вимогам ДБН, становить 1239 м² або 100%.

Загальний стан огорожуючих конструкцій (стін) можна охарактеризувати як прийнятний.

Характеристика огорожуючої конструкції типу 1. Загальна площа стіни даної конструкції складає 1239 м² (100 %), загальна товщина конструкції становить 550 мм, термічний опір – 0,815 (м²·К)/Вт. нормативне значення – 3,3

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

(м²·К)/Вт. Характеристика огорожуючої конструкції не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2006.

Огорожуюча конструкція складається з наступних шарів: розчин цементно-піщаний товщиною 20 мм (густина - 1600 кг/м³). кладка цегляна з повнотілої цегли глиняна звичайна на цементно-піщаному розчині товщиною 510 мм (густина - 1800 кг/м³), розчин цементно-піщаний товщиною 20 мм (густина - 1600 кг/м³).

Характеристика вікон та балконних дверей

Загальна площа вікон становить 461,6 м², приведений (середньозважений) термічний опір складає 0,659 (м²·К)/Вт, при коефіцієнті скління – 0,267.

Загальна кількість вікон, встановлених у будівлі, становить 116 шт.

- в т.ч. металопластикових - 116 шт., площею - 461,6 м² та термічним опором 0,659 (м²·К)/Вт.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2006 нормативне значення термічного опору для даного регіону складає 0,75 (м²·К)/Вт. Площа вікон, які потребують заміни через невідповідність вимогам ДБН або через неприйнятний технічний стан, складає 461,6 м² (100%).

Загальний стан віконних конструкцій та балконних дверей можна охарактеризувати як прийнятний.

Додаткова інформація:

Всі вікна було замінено в 2014-2015 роках частково за державні кошти частково за кошти батьків. Але термічний опір даних вікон не відповідає діючим нормам. В зв'язку з цим пропонується в пакеті № 1 пропонувати заміну вікон, а в пакетах № 2 та № 3 залишити існуючі вікна.

Характеристика зовнішніх дверей

Площа дверей становить 31,47 м², приведений (середньозважений) термічний опір - 0,282 (м²·К)/Вт.

Загальна кількість дверей, встановлених у будівлі, становить 10 шт.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

- в т.ч. металевих 2 шт., площею – 5,67 м² та термічним опором 0,2 (м²·К)/Вт.

- в т.ч. металопластикових - 8 шт., площею - 25,8 м² та термічним опором 0,3 (м²·К)/Вт.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2006 нормативне значення термічного опору для даного регіону становить 0,6 (м²·К)/Вт. Площа дверей теплотехнічні характеристики яких не відповідають вимогам ДБН та підлягають заміні - 31,47 м² (100 %).

Стан вхідних дверей можна охарактеризувати як прийнятний.

Додаткова інформація:

Частина дверей була замінена в 2014-2015 роках частково за державні кошти частково за кошти батьків. Тому пропонується залишити існуючі двері.

Характеристика покрівлі (даху)

Площа даху становить 1070 м², приведений (середньозважений) термічний опір – 1,1 (м²·К)/Вт.

Згідно з ДБН В.2.6-31:2006 нормативне значення термічного опору для даного регіону становить 4,95, площа даху, теплотехнічні характеристики якого не відповідають вимогам ДБН, становить 1070 м². або 100%.

Кількість конструктивних типів -1.

Загальний стан огорожуючих конструкцій (даху) можна охарактеризувати як незадовільний.

Характеристика даху конструктивного типу 1. Дах плоский, знаходиться над останнім поверхом. Площа даху даного конструктивного типу складає 1070 м² (100 %). загальна товщина конструкції становить 400 мм, термічний опір – 1,102 (м²·К)/Вт, нормативне значення - 4,95 (м²·К)/Вт, характеристика огорожуючої конструкції не відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2006.

Огорожуюча конструкція складається з наступних шарів: руберойд товщиною 10 мм (густина - 600 кг/м³), розчин цементно-піщаний товщиною 20 мм (густина - 1600 кг/м³), гравій керамзитовий товщиною 140 мм (густина - 600

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

кг/м³), залізобетон товщиною 220 мм (густина - 2500 кг/м³), розчин цементно-піщаний товщиною 10 мм (густина - 1600 кг/м³).

Додаткова інформація:

Дах протікає та потребує додаткової гідроізоляції.

Характеристика підлоги (підвального приміщення)

Площа підлоги становить 1070 м², приведений (середньозважений) термічний опір - 5,059 (м²·К)/Вт.

Згідно ДБН В.2.6-31:2006 нормативне значення термічного опору для даного регіону складає 3,75, площа підлоги, теплотехнічні характеристики якого не відповідають вимогам ДБН, становить 1070 м² або 100 %.

Кількість конструктивних типів - 1.

Загальний стан огорожуючих конструкцій можна охарактеризувати як прийнятний.

Характеристика підлоги конструктивного типу 1. Підвал відсутній, загальна площа підлоги даної конструкції складає 1070 м² (100 %), загальна товщина становить 30 мм, термічний опір – 5,059 (м²·К)/Вт. нормативне значення – 3,75 (м²·К)/Вт, характеристика огорожуючої конструкції відповідає вимогам ДБН В.2.6-31:2006.

Огорожуюча конструкція складається з наступних елементів: сосна та ялина уздовж волокон товщиною 30 мм (густина - 500 кг/м³).

Характеристика системи теплопостачання

У будівлі діє система індивідуального теплопостачання з 2008 року, відповідно до температурного графіку номінальна температура в подаючому трубопроводі - 80°C. температура у зворотньому трубопроводі – 60 °C, температурний графік 80/60. Система теплопостачання не автоматизована, регулювання здійснюється на котельній або ЦТП.

Система розподілу однотрубна, частково збалансована. Повна потужність системи - 140 кВт. ККД системи розподілу - 85 %. Матеріал труб - сталь.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Теплоносій - гаряча вода. Теплова ізоляція трубопроводів у незадовільному стані, матеріал теплової ізоляції - мінеральна вата. Нагрівальними елементами служать чавунні радіатори, загальною кількістю - 112 шт., загальною потужністю - 140 кВт. Також встановлені індивідуальні нагрівальні елементи - тепла підлога, кількістю - 2 шт., загальною потужністю - 9 кВт.

Загальний стан системи теплопостачання можна охарактеризувати як добрий.

Додаткова інформація:

Потужності котельні недостатньо для забезпечення комфортних умов перебування у приміщеннях при температурах нижче – 10 °С.

3. ВИЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМУ БУДІВЕЛЬ В ОСІННЬО-ВЕСНЯНИЙ ПЕРІОД

3.1 Математична модель теплопередачі через огорожувальні конструкції

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Витрати енергії через огорожувальні конструкції визначається за формулою:

$$Q = \frac{\Delta T \cdot F \cdot \tau}{K} K \cdot \Delta T \cdot F \cdot \tau$$

Де:

K- термічний опір;

ΔT- зміна температури;

F- загальна площа конструкції;

τ- час.

Для знаходження ΔT на знадобляться температури місяців, для яких ми розраховуємо опалення

Жовтень	15,6	9,6	15	17,6	11,4	7,2
Листопад	8,6	14,2	10	2,8	-2,6	2,8
Березень	3,6	9,6	5,4	9	7,2	7,8
Квітень	9,8	16	11,8	9,6	16,6	17,4

В таблиці наведені дані середньої температури кожної п'ятиднівки у місяці.

3.1.1 Витрати тепла через двері

Двері (загальна інформація)			
Загальна характеристика існуючого стану			-
Будівлі	Нова	Стара	
Загальна площа входних дверей	25	55	м ²
в т.ч. деревині	-	35	м ²
в т.ч. металеві	25		м ²
в т.ч. металопластикові (ПВХ)		20	м ²
Приведений термічний опір входних дверей	0,281	0,281	(м·С)/Вт
Нормативний термічний опір входних дверей згідно з ДБН В.2.6.31-2006	0,6	0,6	(м ² ·С)/В т

Витрати тепла в жовтні 2019 року :

$$1 Q = \frac{80 \cdot 2,4 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 2,4 \cdot 432000 = 20,9523 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5$$

ЖОВТНЯ

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

$$2 Q = \frac{80 \cdot 8,4 \cdot 432000}{0,281} 0,281 \cdot 80 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 10,0381 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ жовтня}$$

$$3 Q = \frac{80 \cdot 3 \cdot 432000}{0,281} 0,281 \cdot 80 \cdot 3 \cdot 432000 = 30,628 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ жовтня}$$

$$4 Q = \frac{80 \cdot 0,4 \cdot 432000}{0,281} 0,281 \cdot 80 \cdot 0,4 \cdot 432000 = 0,4903 \cdot 10^8 \text{ Дж} \\ - 15-20 \text{ жовтня}$$

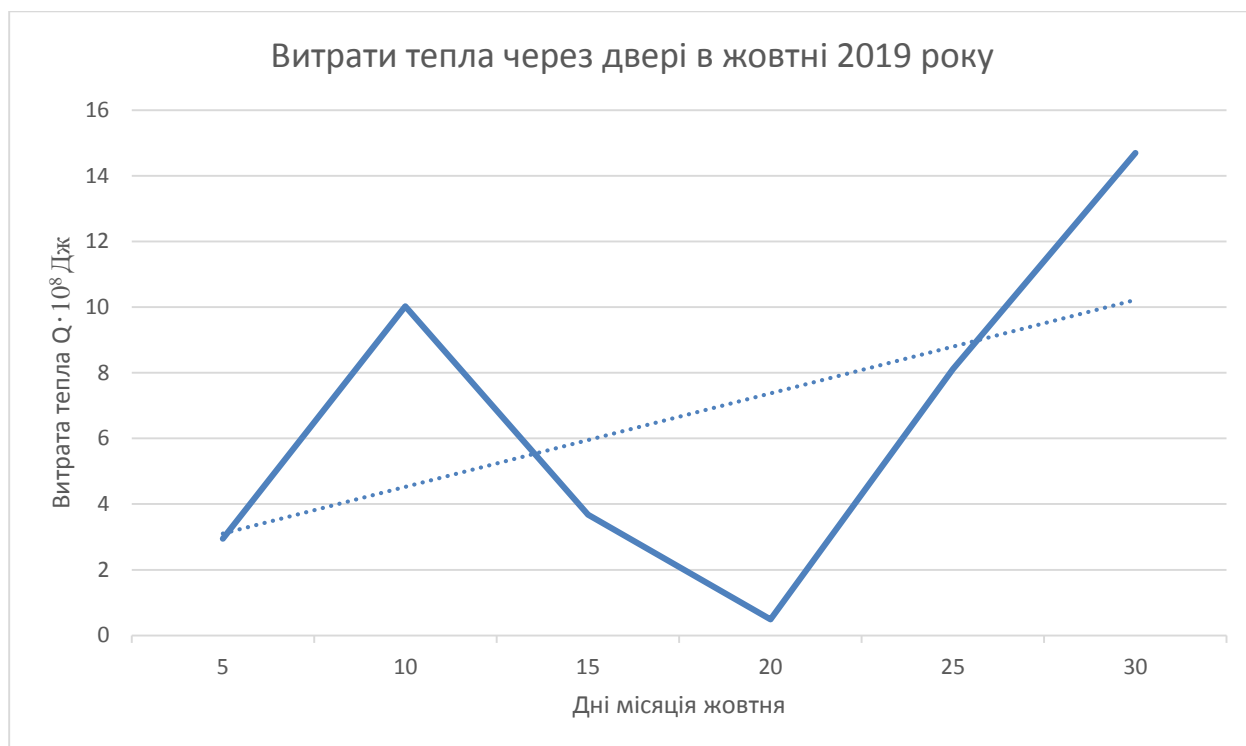
$$5 Q = \frac{80 \cdot 6,6 \cdot 432000}{0,281} 0,281 \cdot 80 \cdot 6,6 \cdot 432000 = 0,1163 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25 \\ \text{жовтня}$$

$$6 Q = \frac{80 \cdot 12 \cdot 432000}{0,281} 0,281 \cdot 80 \cdot 12 \cdot 432000 = 14,716 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30 \text{ жовтня}$$

Значення Q зображенні на графіку 3.1.

Графік 3. 1

					025.150094.МР.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22



Де:

— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

Витрати тепла в листопаді 2019 року :

$$1 \ Q = \frac{80 \cdot 9,4 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 9,4 \cdot 432000 = 10,159 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ листопада}$$

$$2 \ Q = \frac{80 \cdot 3,8 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 3,8 \cdot 432000 = 40,36 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ листопада}$$

$$3 \ Q = \frac{80 \cdot 8 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 8 \cdot 432000 = 90,8375 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ листопада}$$

$$4 \ Q = \frac{80 \cdot 15,2 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 15,2 \cdot 432000 = 18,647 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20 \text{ листопада}$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$5 Q = \frac{80 \cdot 20,6 \cdot 432000}{0,281} 0,281 \cdot 80 \cdot 20,6 \cdot 432000 = 25,33 \cdot 10^8 \text{ Дж} -$$

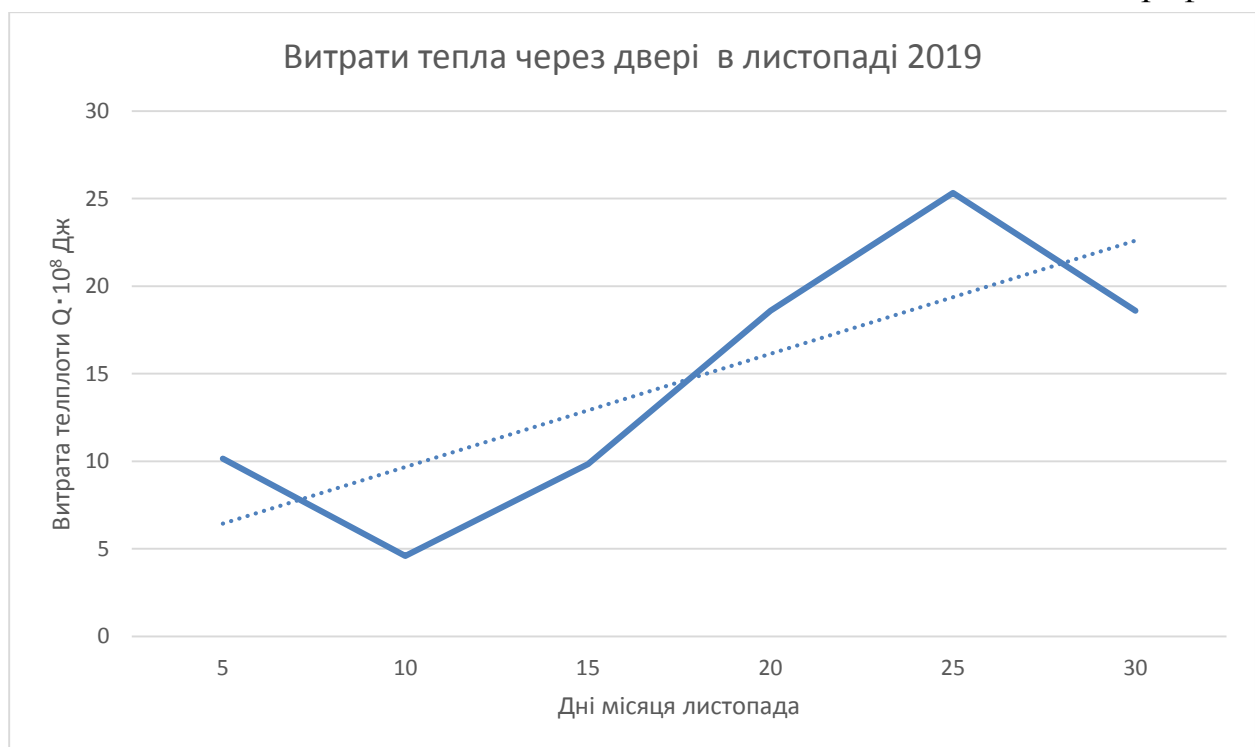
20-25 листопада

$$6 Q = \frac{80 \cdot 15,2 \cdot 432000}{0,281} 0,281 \cdot 80 \cdot 15,2 \cdot 432000 = 18,647 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30$$

листопада

Значення Q зображенні на графіку 3.2.

Графік 3.2



Де:

_____ - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

Витрати теплоти в березні 2019 року :

$$1 Q = \frac{80 \cdot 14,4 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 14,4 \cdot 432000 = 17,7139 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ березня}$$

$$2 Q = \frac{80 \cdot 8,4 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 10,337 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ березня}$$

$$3 Q = \frac{80 \cdot 12,6 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 12,6 \cdot 432000 = 15,4922 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ березня}$$

$$4 Q = \frac{80 \cdot 9 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 9 \cdot 432000 = 110,0687 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20 \text{ березня}$$

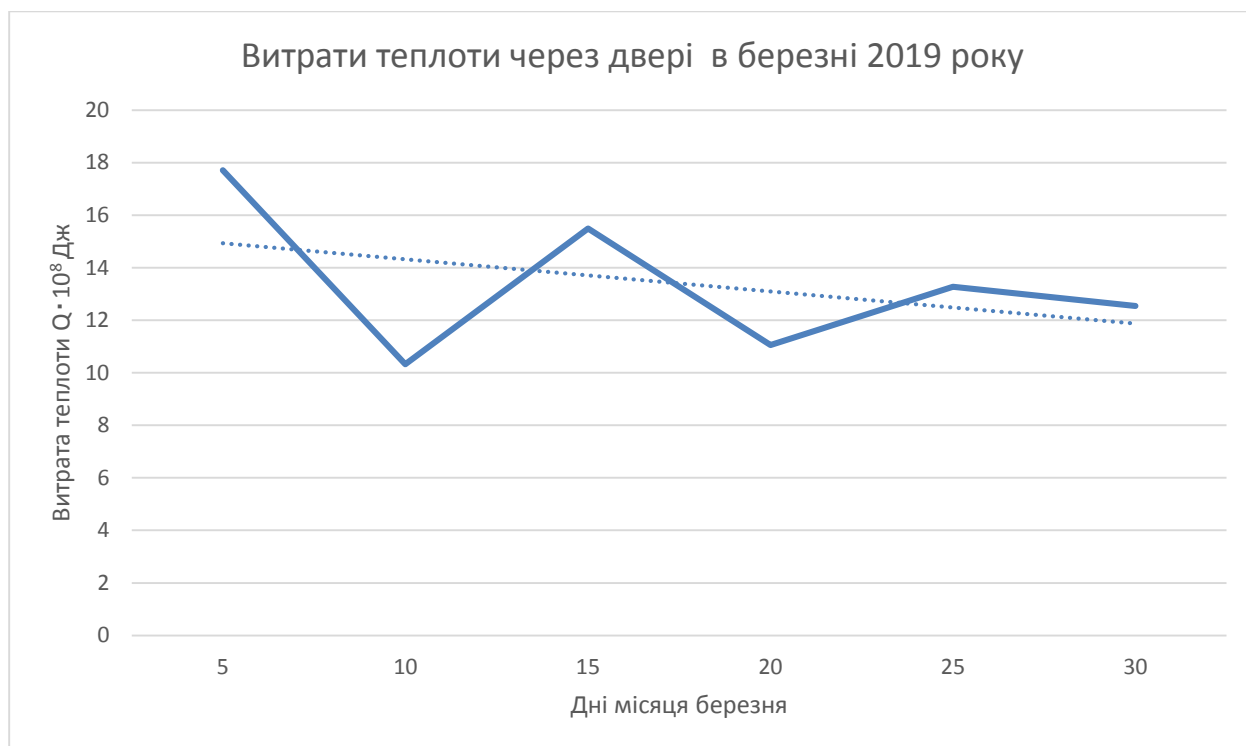
$$5 Q = \frac{80 \cdot 10,8 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 10,8 \cdot 432000 = 13,2804 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25 \text{ березня}$$

$$6 Q = \frac{80 \cdot 10,2 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 10,2 \cdot 432000 = 120,5498 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30 \text{ березня}$$

Значення Q зображенні на графіку 3.3

Графік 3.3

					025.150094.МР.2020.001	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Де:

———— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

Витрати тепла в квітні 2019 року:

$$1 \ Q = \frac{80 \cdot 8,2 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 8,2 \cdot 432000 = 10,0877 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ квітня}$$

$$2 \ Q = \frac{80 \cdot 2 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 2 \cdot 432000 = 20,419 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ квітня}$$

$$3 \ Q = \frac{80 \cdot 6,2 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 6,2 \cdot 432000 = 70,6211 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ квітня}$$

$$4 \ Q = \frac{80 \cdot 8,4 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 10,8133 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20 \text{ квітня}$$

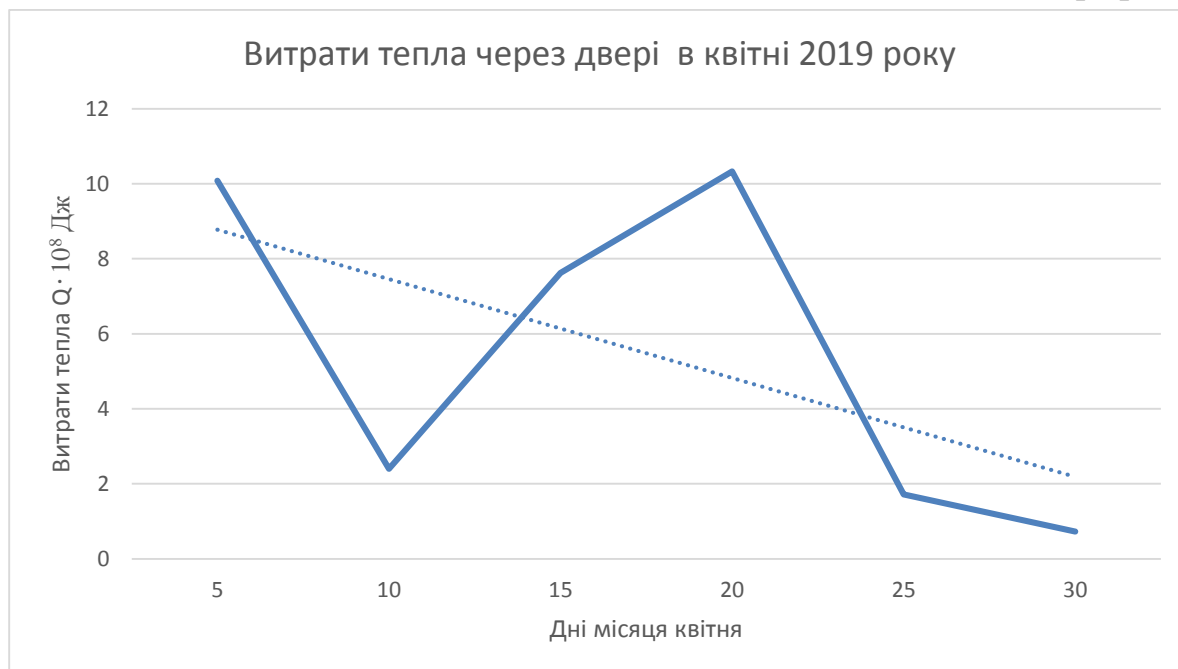
$$5 \ Q = \frac{80 \cdot 1,4 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 1,4 \cdot 432000 = 10,7202 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25 \text{ квітня}$$

$$6 \ Q = \frac{80 \cdot 0,6 \cdot 432000}{0,281} \cdot 0,281 \cdot 80 \cdot 0,6 \cdot 432000 = 0,7301 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30 \text{ квітня}$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Значення Q зображенні на графіку 34.4

Графік 3.4



Де:

— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

3.1.2 Витрати тепла через вікна

Вікна (загальна інформація)

Загальна характеристика існуючого стану			-
Будівлі	нова	стара	
Загальна площа вікон	1757	5780	М ²

Приведений термічний опір вікон	0.65	0.65	(м²·К)/Вт
Нормативний термічний опір світлопрозорих конструкцій (вікон) згідно з ДБН В.2.6.31-2006	0,75	0,75	(м²·К)/Вт

Витрати тепла в жовтні 2019 року:

$$1 \quad Q = \frac{7537 \cdot 2,4 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 2,4 \cdot 432000 = 12050,7 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ жовтня}$$

$$2 \quad Q = \frac{7537 \cdot 8,4 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 177420 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ жовтня}$$

$$3 \quad Q = \frac{7537 \cdot 3 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 3 \cdot 432000 = 63,4150 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ жовтня}$$

$$4 \quad Q = \frac{7537 \cdot 0,4 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 0,4 \cdot 432000 = 8,420 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20 \text{ жовтня}$$

$$5 \quad Q = \frac{7537 \cdot 6,6 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 6,6 \cdot 432000 = 139330 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25$$

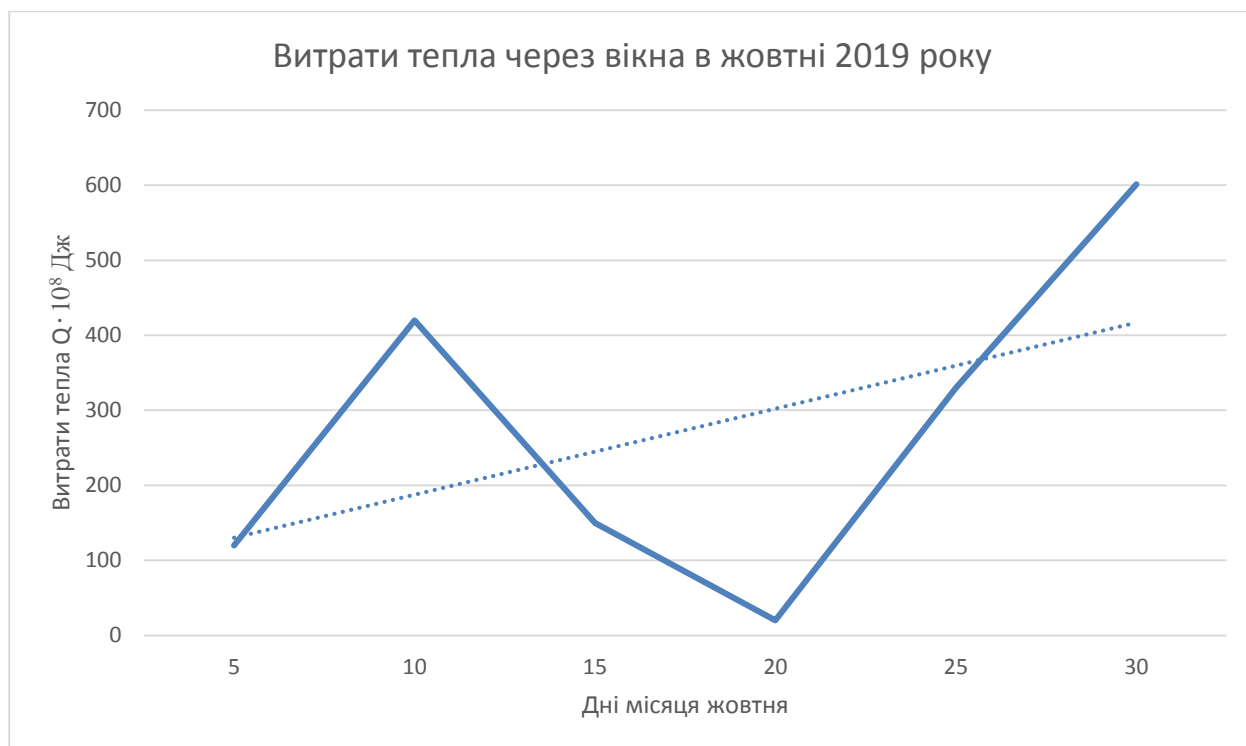
жовтня

$$6 \quad Q = \frac{7537 \cdot 12 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 12 \cdot 432000 = 253601 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30 \text{ жовтня}$$

Значення Q зображенні на графіку 3.5.

Графік 3.5

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28



Де:

— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

Витрати тепла в листопаді 2019 року:

$$1 \ Q = \frac{7537 \cdot 9,4 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 9,4 \cdot 432000 = 198470 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ листопада}$$

$$2 \ Q = \frac{7537 \cdot 3,8 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 3,8 \cdot 432000 = 80,4190 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ листопада}$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$3 Q = \frac{7537 \cdot 8 \cdot 432000}{0,65} 0,65 \cdot 7537 \cdot 8 \cdot 432000 = 169400 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15$$

листопада

$$4 Q = \frac{7537 \cdot 15,2 \cdot 432000}{0,65} 0,65 \cdot 7537 \cdot 15,2 \cdot 432000 = 321761 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20$$

листопада

$$5 Q = \frac{7537 \cdot 20,6 \cdot 432000}{0,65} 0,65 \cdot 7537 \cdot 20,6 \cdot 432000 = 4351031 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25$$

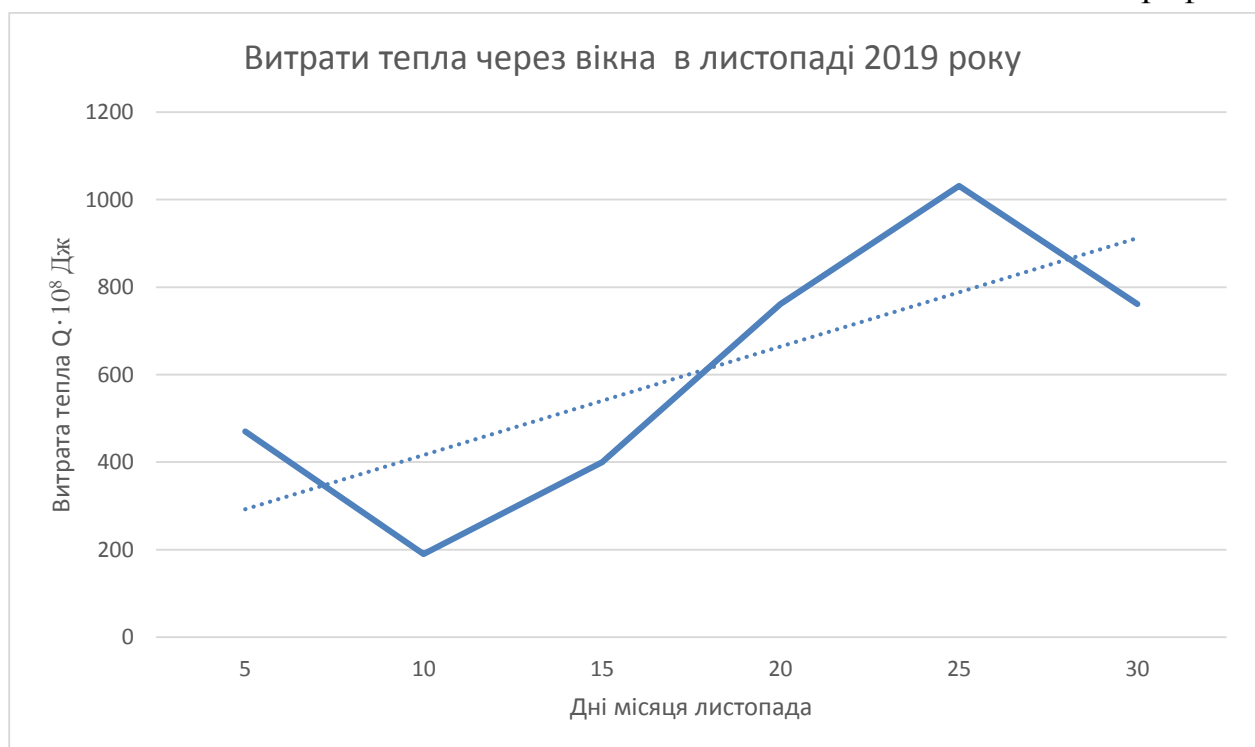
листопада

$$6 Q = \frac{7537 \cdot 15,2 \cdot 432000}{0,65} 0,65 \cdot 7537 \cdot 15,2 \cdot 432000 = 215761 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30$$

листопада

Значення Q зображенні на графіку 3.6.

Графік 3.6



Де:

— - витрати тепла Q;

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

..... - трендова лінія.

Витрати теплоти в березні 2019 року:

$$1 \ Q = \frac{7537 \cdot 14,4 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 14,4 \cdot 432000 = 304721 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ березня}$$

$$2 \ Q = \frac{7537 \cdot 8,4 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 177420 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ березня}$$

$$3 \ Q = \frac{7537 \cdot 12,6 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 12,6 \cdot 432000 = 266631 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ березня}$$

$$4 \ Q = \frac{7537 \cdot 9 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 9 \cdot 432000 = 190450 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20 \text{ березня}$$

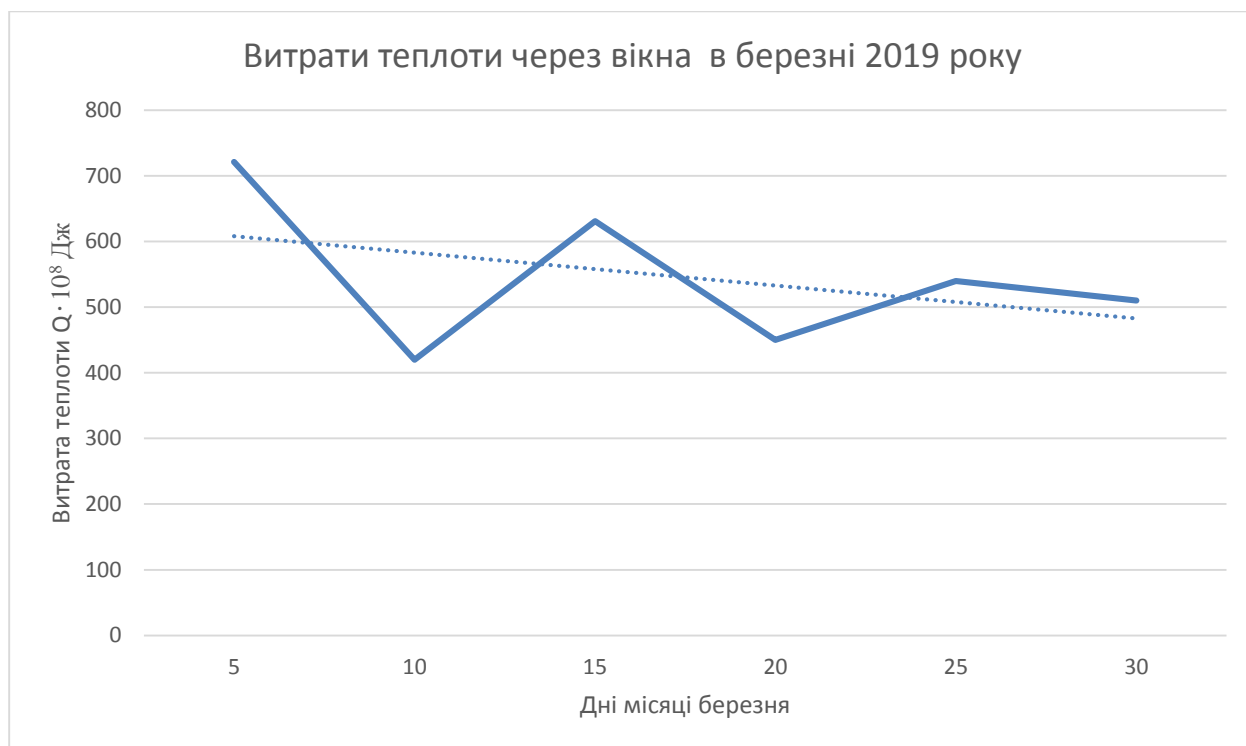
$$5 \ Q = \frac{7537 \cdot 10,8 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 10,8 \cdot 432000 = 228540 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25 \text{ березня}$$

$$6 \ Q = \frac{7537 \cdot 10,2 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 10,2 \cdot 432000 = 215510 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30 \text{ березня}$$

Значення Q зображенні на графіку 3.7.

Графік 3.7

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31



Де:

————— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

Витрати тепла в квітні 2019 року:

$$1 Q = \frac{7537 \cdot 8,2 \cdot 432000}{0,65} = 0,65 \cdot 7537 \cdot 8,2 \cdot 432000 = 173410 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ квітня}$$

$$2 Q = \frac{7537 \cdot 2 \cdot 432000}{0,65} = 0,65 \cdot 7537 \cdot 2 \cdot 432000 = 10042 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ квітня}$$

$$3 Q = \frac{7537 \cdot 6,2 \cdot 432000}{0,65} = 0,65 \cdot 7537 \cdot 6,2 \cdot 432000 = 131310 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ квітня}$$

$$4 Q = \frac{7537 \cdot 8,4 \cdot 432000}{0,65} = 0,65 \cdot 7537 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 177420 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20 \text{ квітня}$$

$$5 Q = \frac{7537 \cdot 1,4 \cdot 432000}{0,65} = 0,65 \cdot 7537 \cdot 1,4 \cdot 432000 = 29,670 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25 \text{ квітня}$$

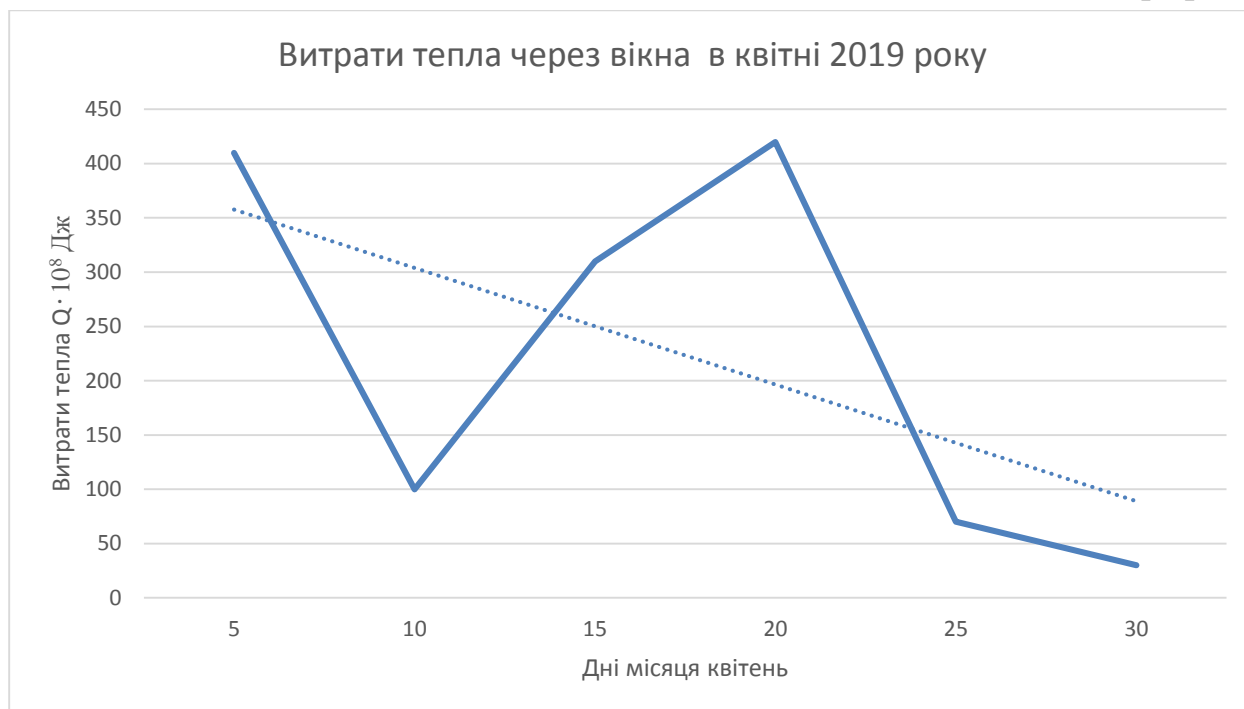
					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

$$6 Q = \frac{7537 \cdot 0,6 \cdot 432000}{0,65} \cdot 0,65 \cdot 7537 \cdot 0,6 \cdot 432000 = 12,630 \cdot 10^8$$

Дж – 25-30 квітня

Значення Q зображенні на графіку 3.8.

Графік 3.8



Де:

— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

3.1.3 Витрати тепла через дахове покриття

Крівля/дах			
загальна інформація			
Загальна характеристика існуючого стану		незадовільний	
		Нова	Стара
Будівлі			

Загальна площа даху	3278.3	7653.2	м ²
Приведений термічний опір даху	1,100	1.155	(м·С)/Вт
Нормативний термічний опір даху згідно з ДБН В.2.6.31-2006	4,95	4,95	(м·С)/Вт

Витрати тепла в жовтні 2019 року:

$$1 Q = \frac{10931 \cdot 2,4 \cdot 432000}{1,127} 1,127 \cdot 10931 \cdot 2,4 \cdot 432000 = 127,700 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5$$

ЖОВТНЯ

$$2 Q = \frac{10931 \cdot 8,4 \cdot 432000}{1,127} 1,127 \cdot 10931 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 447351 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10$$

ЖОВТНЯ

$$3 Q = \frac{10931 \cdot 3 \cdot 432000}{1,127} 1,127 \cdot 10931 \cdot 3 \cdot 432000 = 159,6125 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15$$

ЖОВТНЯ

$$4 Q = \frac{10931 \cdot 0,4 \cdot 432000}{1,127} 1,127 \cdot 10931 \cdot 0,4 \cdot 432000 = 21,216,7 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20$$

ЖОВТНЯ

$$5 Q = \frac{10931 \cdot 6,6 \cdot 432000}{1,127} 1,127 \cdot 10931 \cdot 6,6 \cdot 432000 = 351,2276 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25$$

ЖОВТНЯ

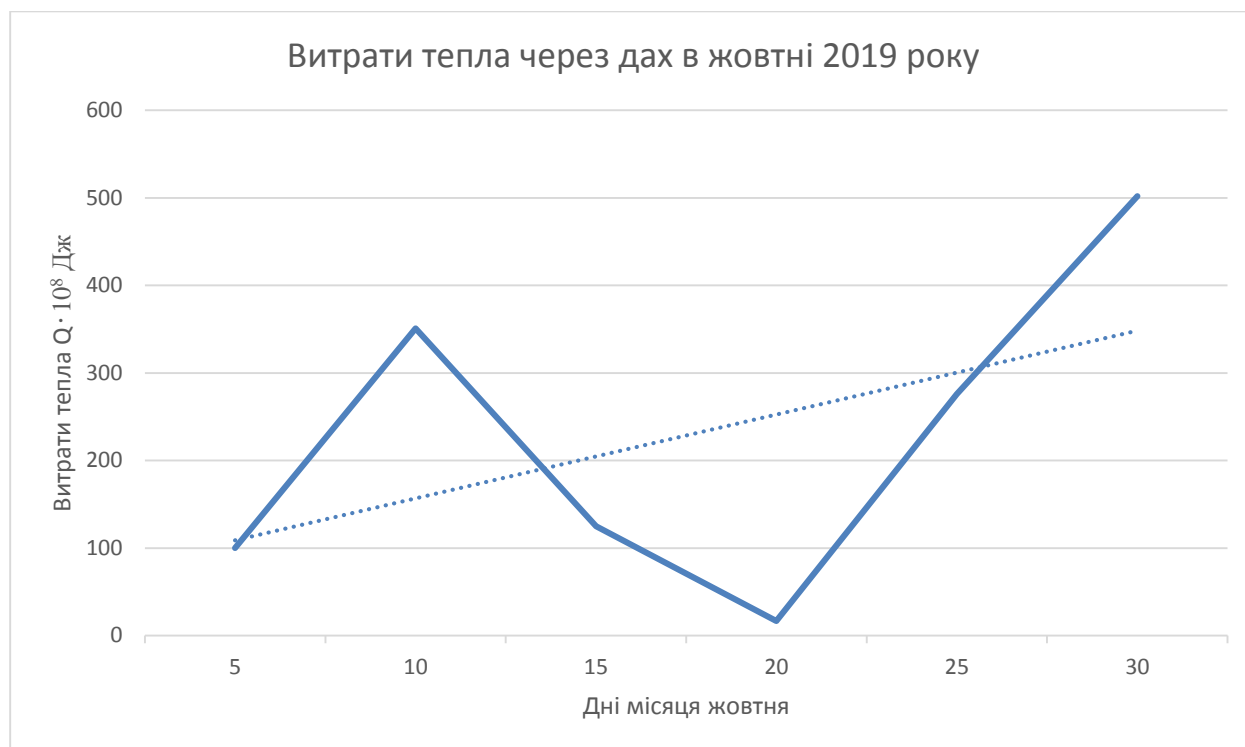
$$6 Q = \frac{10931 \cdot 12 \cdot 432000}{1,127} 1,127 \cdot 10931 \cdot 12 \cdot 432000 = 638,6502 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30$$

ЖОВТНЯ

Значення Q зображенні на графіку 3.9.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Графік 3.9



Де:

— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

Витрати тепла в листопаді 2019 року:

$$1 \ Q = \frac{10931 \cdot 9,4 \cdot 432000}{1,127} = 1,127 \cdot 10931 \cdot 9,4 \cdot 432000 = 393500 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ листопада}$$

$$2 \ Q = \frac{10931 \cdot 3,8 \cdot 432000}{1,127} = 1,127 \cdot 10931 \cdot 3,8 \cdot 432000 = 159202 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ листопада}$$

$$3 \ Q = \frac{10931 \cdot 8 \cdot 432000}{1,127} = 1,127 \cdot 10931 \cdot 8 \cdot 432000 = 425,7335 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ листопада}$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$$4 Q = \frac{10931 \cdot 15,2 \cdot 432000}{1,127} \cdot 1,127 \cdot 10931 \cdot 15,2 \cdot 432000 = 808,9636 \cdot 10^8 \text{ Дж} -$$

15-20 листопада

$$5 Q = \frac{10931 \cdot 20,6 \cdot 432000}{1,127} \cdot 1,127 \cdot 10931 \cdot 20,6 \cdot 432000 = 1096,3863 \cdot 10^8 \text{ Дж}$$

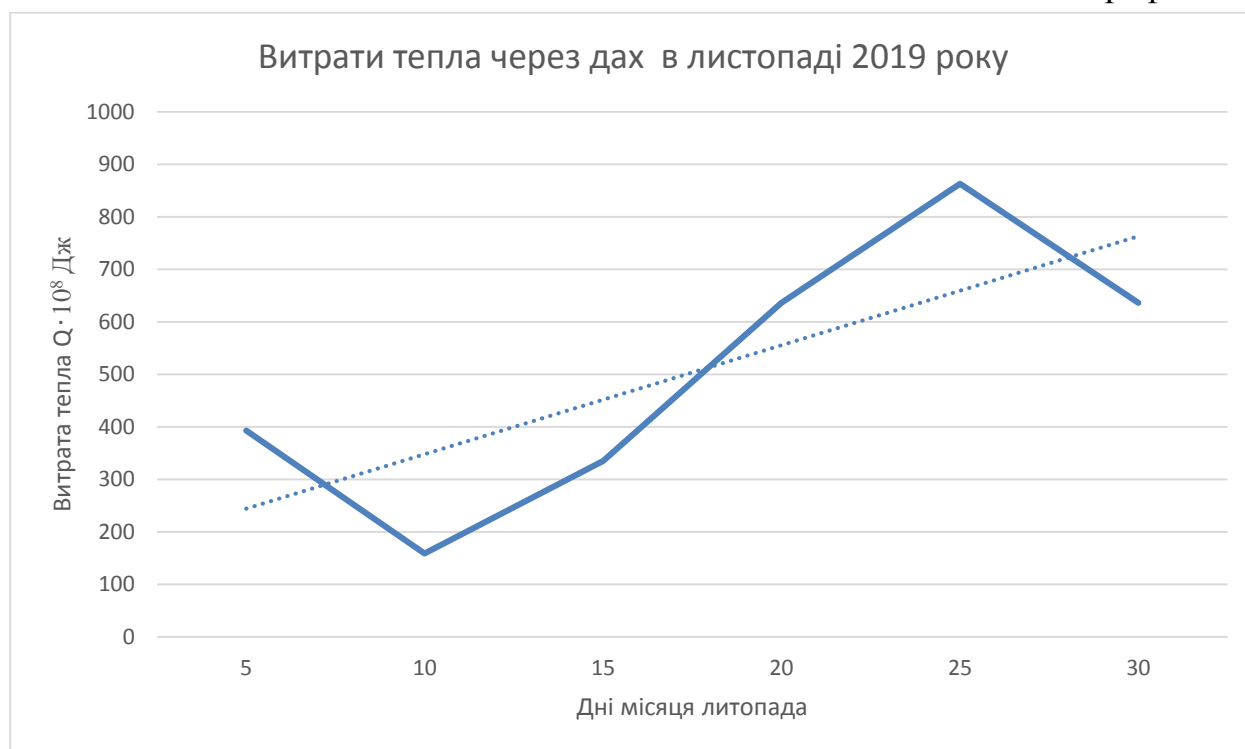
– 20-25 листопада

$$6 Q = \frac{10931 \cdot 15,2 \cdot 432000}{1,127} \cdot 1,127 \cdot 10931 \cdot 15,2 \cdot 432000 = 808,9636 \cdot 10^8 \text{ Дж} -$$

25-30 листопада

Значення Q зображенні на графіку 3.10.

Графік 3.10



Де:

— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

Витрати теплоти в березні 2019 року:

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

$$1 \ Q = \frac{10931 \cdot 14,4 \cdot 432000}{1,127} \cdot 1,127 \cdot 10931 \cdot 14,4 \cdot 432000 = 766,3603 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ березня}$$

$$2 \ Q = \frac{10931 \cdot 8,4 \cdot 432000}{1,127} \cdot 1,127 \cdot 10931 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 447351 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ березня}$$

$$3 \ Q = \frac{10931 \cdot 12,6 \cdot 432000}{1,127} \cdot 1,127 \cdot 10931 \cdot 12,6 \cdot 432000 = 670,5527 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ березня}$$

$$4 \ Q = \frac{10931 \cdot 9 \cdot 432000}{1,127} \cdot 1,127 \cdot 10931 \cdot 9 \cdot 432000 = 478,9377 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20 \text{ березня}$$

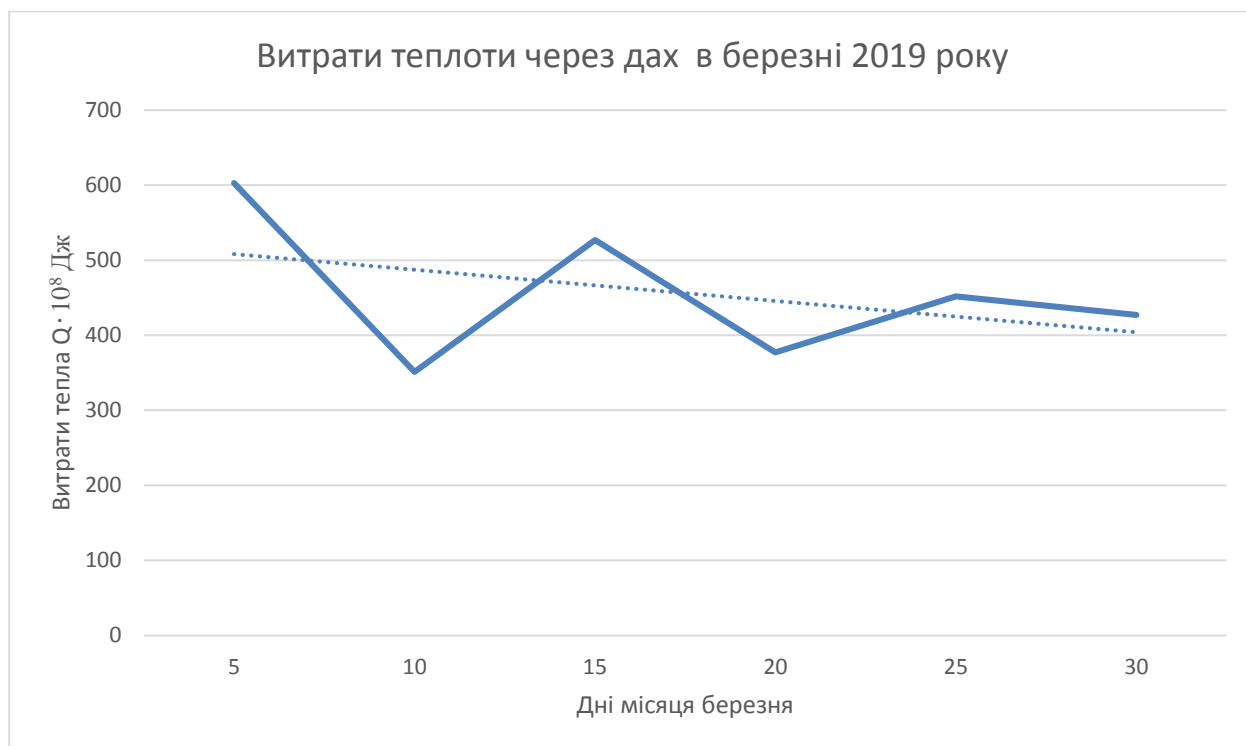
$$5 \ Q = \frac{10931 \cdot 10,8 \cdot 432000}{1,127} \cdot 1,127 \cdot 10931 \cdot 10,8 \cdot 432000 = 574,7452 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25 \text{ березня}$$

$$6 \ Q = \frac{10931 \cdot 10,2 \cdot 432000}{1,127} \cdot 1,127 \cdot 10931 \cdot 10,2 \cdot 432000 = 542,8427 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30 \text{ березня}$$

Значення Q зображенні на графіку 3.11.

Графік 3.11

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Де:

———— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

Витрати тепла в квітні 2019 року:

$$1 Q = \frac{10931 \cdot 8,2 \cdot 432000}{1,127} = 1,127 \cdot 10931 \cdot 8,2 \cdot 432000 = 436,3343 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ квітня}$$

$$2 Q = \frac{10931 \cdot 2 \cdot 432000}{1,127} = 1,127 \cdot 10931 \cdot 2 \cdot 432000 = 106,484 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ квітня}$$

$$3 Q = \frac{10931 \cdot 6,2 \cdot 432000}{1,127} = 1,127 \cdot 10931 \cdot 6,2 \cdot 432000 = 329,9260 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ квітня}$$

$$4 Q = \frac{10931 \cdot 8,4 \cdot 432000}{1,127} = 1,127 \cdot 10931 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 447351 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20 \text{ квітня}$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$5 Q = \frac{10931 \cdot 1,4 \cdot 432000}{1,127} \cdot 1,127 \cdot 10931 \cdot 1,4 \cdot 432000 = 74,559 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25 \text{ квітня}$$

$$6 Q = \frac{10931 \cdot 0,6 \cdot 432000}{1,127} \cdot 1,127 \cdot 10931 \cdot 0,6 \cdot 432000 = 31,925 \cdot 10^8$$

Дж – 25-30 квітня

Значення Q зображенні на графіку 3.12.

Графік 3.12



Де:

— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

3.1.4 Витрати тепла через підлогу

Підлога/підвал (загальна інформація)		
Загальна характеристика існуючого стану		
прийнятний		-

Будівлі	Нова	Стара	
Загальна площа підлоги	3278.3	7653.2	м ²
Приведений термічний опір підлоги	4,1	4.5	(м ² ·К)/Вт
Нормативний термічний опір підлоги згідно з ДБН В.2.6.31-2006	3,75 (3,5)*	3,75 (3,5)*	(м ² ·К)/Вт

* - значення опору теплопровідності над проїздами

Витрати тепла в жовтні 2019 року:

$$1 Q = \frac{10032 \cdot 2,4 \cdot 432000}{4,1} \cdot 4,1 \cdot 10032 \cdot 2,4 \cdot 432000 = 426,425,3 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5$$

ЖОВТНЯ

$$2 Q = \frac{10032 \cdot 8,4 \cdot 432000}{4,1} \cdot 4,1 \cdot 10032 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 149288,7 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10$$

ЖОВТНЯ

$$3 Q = \frac{10032 \cdot 3 \cdot 432000}{4,1} \cdot 4,1 \cdot 10032 \cdot 3 \cdot 432000 = 53331,7 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ ЖОВТНЯ}$$

$$4 Q = \frac{10032 \cdot 0,4 \cdot 432000}{4,1} \cdot 4,1 \cdot 10032 \cdot 0,4 \cdot 432000 = 714,2 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20$$

ЖОВТНЯ

$$5 Q = \frac{10032 \cdot 6,6 \cdot 432000}{4,1} \cdot 4,1 \cdot 10032 \cdot 6,6 \cdot 432000 = 117269,7 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25$$

ЖОВТНЯ

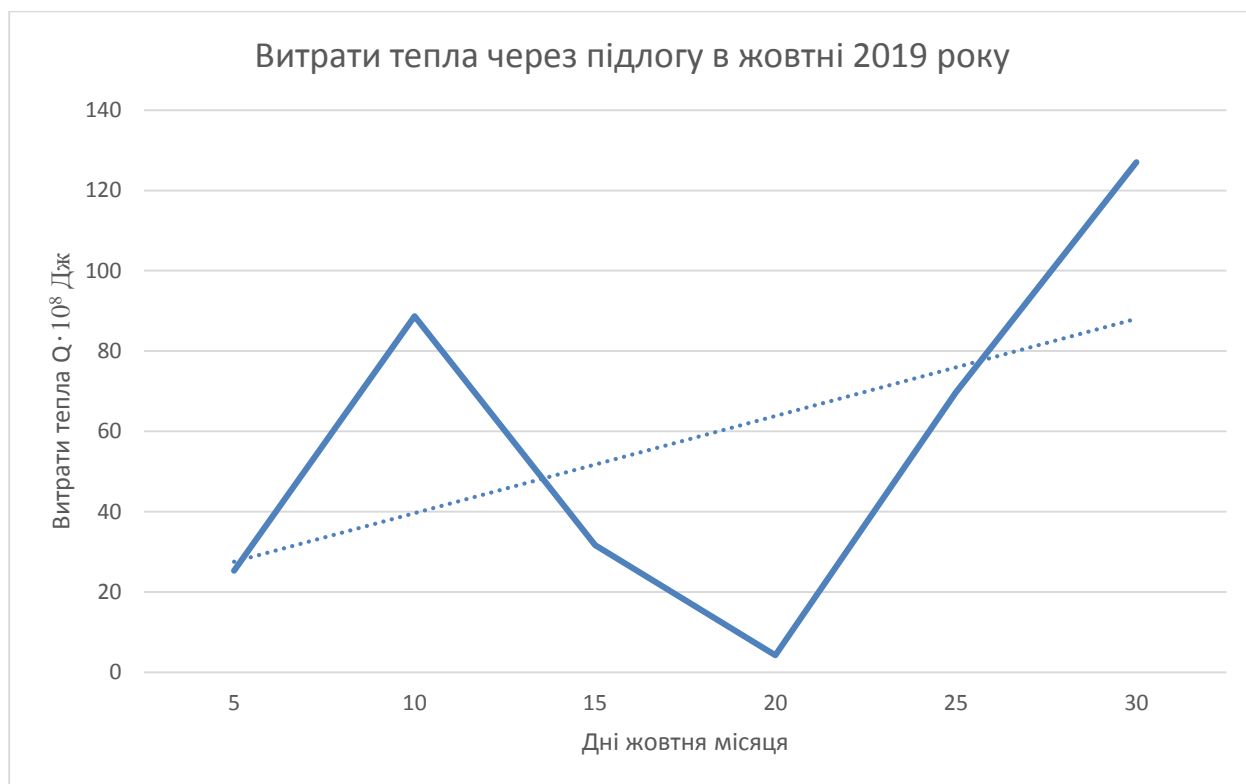
$$6 Q = \frac{10032 \cdot 12 \cdot 432000}{4,1} \cdot 4,1 \cdot 10032 \cdot 12 \cdot 432000 = 2132127 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30$$

ЖОВТНЯ

Значення Q зображенні на графіку 3.133.

Графік 3.13

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40



Де:

— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

Витрати тепла в листопаді 2019 року:

$$1 \ Q = \frac{10032 \cdot 9,4 \cdot 432000}{4,1} = 4,1 \cdot 10032 \cdot 9,4 \cdot 432000 = 1670,2100 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ листопада}$$

$$2 \ Q = \frac{10032 \cdot 3,8 \cdot 432000}{4,1} = 4,1 \cdot 10032 \cdot 3,8 \cdot 432000 = 675,240,1 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ листопада}$$

$$3 \ Q = \frac{10032 \cdot 8 \cdot 432000}{4,1} = 4,1 \cdot 10032 \cdot 8 \cdot 432000 = 1421,485 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ листопада}$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$4 Q = \frac{10032 \cdot 15,2 \cdot 432000}{4,1} 4,1 \cdot 10032 \cdot 15,2 \cdot 432000 = 2700161 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20$$

листопада

$$5 Q = \frac{10032 \cdot 20,6 \cdot 432000}{4,1} 4,1 \cdot 10032 \cdot 20,6 \cdot 432000 = 3660218 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25$$

листопада

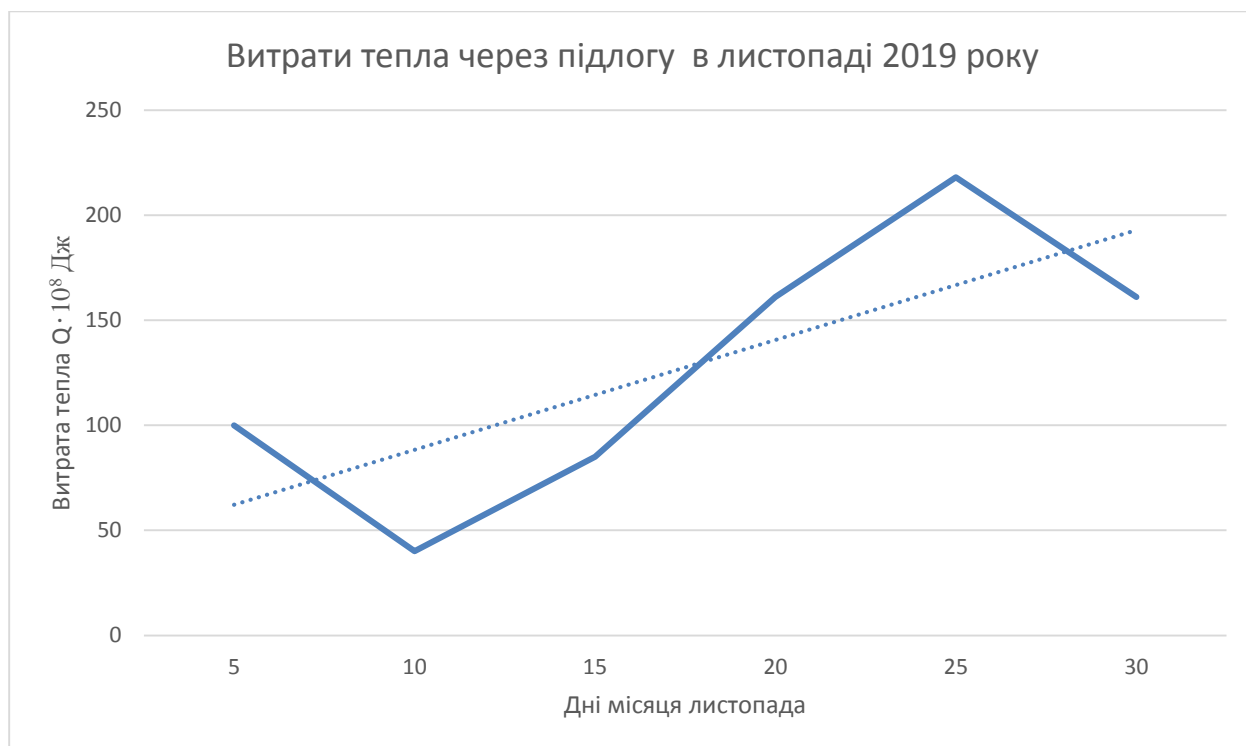
$$6 Q = \frac{10032 \cdot 15,2 \cdot 432000}{4,1} 4,1 \cdot 10032 \cdot 15,2 \cdot 432000 = 2700161 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30$$

листопада

Значення Q зображенні на графіку 3.14

Графік 3.14

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Де:

— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

Витрати теплоти в березні 2019 року:

$$1 \ Q = \frac{10032 \cdot 14,4 \cdot 432000}{4,1} = 4,1 \cdot 10032 \cdot 14,4 \cdot 432000 = 2558,6152 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ березня}$$

$$2 \ Q = \frac{10032 \cdot 8,4 \cdot 432000}{4,1} = 4,1 \cdot 10032 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 1492,589 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ березня}$$

$$3 \ Q = \frac{10032 \cdot 12,6 \cdot 432000}{4,1} = 4,1 \cdot 10032 \cdot 12,6 \cdot 432000 = 2238,8133 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ березня}$$

$$4 \ Q = \frac{10032 \cdot 9 \cdot 432000}{4,1} = 4,1 \cdot 10032 \cdot 9 \cdot 432000 = 159995 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20 \text{ березня}$$

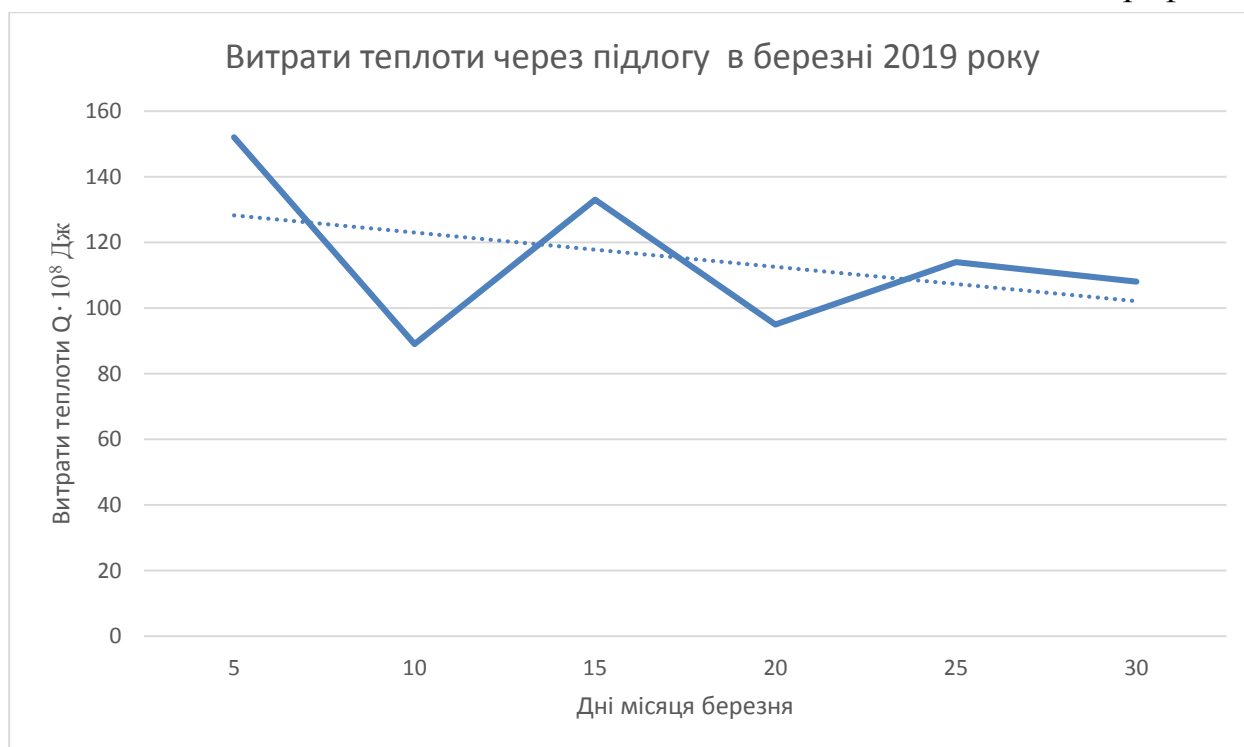
					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

$$5 Q = \frac{10032 \cdot 10,8 \cdot 432000}{4,1} 4,1 \cdot 10032 \cdot 10,8 \cdot 432000 = 1919114 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25 \text{ березня}$$

$$6 Q = \frac{10032 \cdot 10,2 \cdot 432000}{4,1} 4,1 \cdot 10032 \cdot 10,2 \cdot 432000 = 1812,4108 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30 \text{ березня}$$

Значення Q зображенні на графіку 3.15.

Графік 3.15



Де:

— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

Витрати тепла в квітні 2019 року:

$$1 Q = \frac{10032 \cdot 8,2 \cdot 432000}{4,1} 4,1 \cdot 10032 \cdot 8,2 \cdot 432000 = 145787 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ квітня}$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$$2 Q = \frac{10032 \cdot 2 \cdot 432000}{4,1} 4,1 \cdot 10032 \cdot 2 \cdot 432000 = 355,321 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ квітня}$$

$$3 Q = \frac{10032 \cdot 6,2 \cdot 432000}{4,1} 4,1 \cdot 10032 \cdot 6,2 \cdot 432000 = 1101,666 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ квітня}$$

$$4 Q = \frac{10032 \cdot 8,4 \cdot 432000}{4,1} 4,1 \cdot 10032 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 1492,589 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20 \text{ квітня}$$

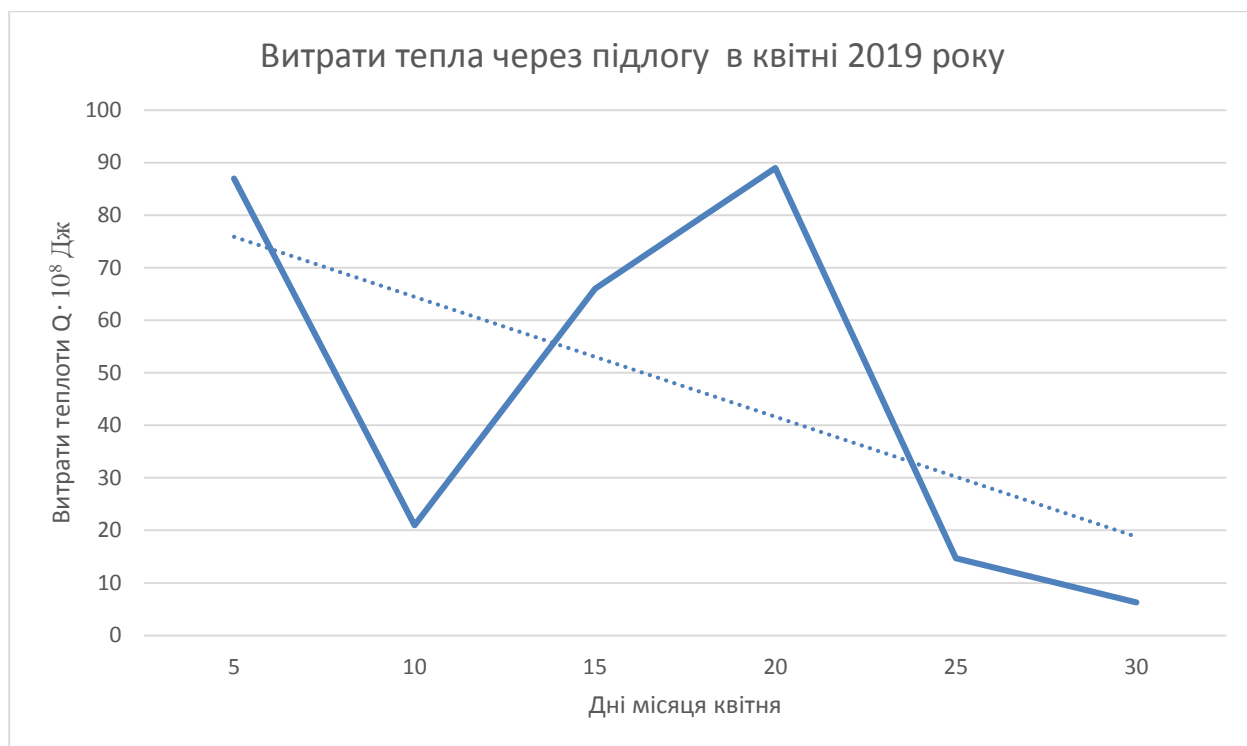
$$5 Q = \frac{10032 \cdot 1,4 \cdot 432000}{4,1} 4,1 \cdot 10032 \cdot 1,4 \cdot 432000 = 248,714,7 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25 \text{ квітня}$$

$$6 Q = \frac{10032 \cdot 0,6 \cdot 432000}{4,1} 4,1 \cdot 10032 \cdot 0,6 \cdot 432000 = 106,66,3 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30 \text{ квітня}$$

Значення Q зображенні на графіку 3.16.

Графік 3.16

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Де:

— - витрати тепла Q ;

..... - трендова лінія.

3.1.5 Витрати тепла через стінку

Стінка(Загальна інформація)

Будівлі	Нова	Стара	
Загальна площа огороджуючих стін	5835.4	17590	м ²

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Товщина стін	0.55	0.7	м
Матеріал стін	кірпич	кірпич	
Коефіцієнт теплопровідності стін	0.7	0.7	Вт/мК
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу внутрішній штукатурки	0.6	0.65	Вт/мК
Коефіцієнт теплопровідності матеріалу зовнішній штукатурки	0.55	0.6	Вт/мК
Товщина внутрішній штукатурки	0.012	0.014	м
Товщина зовнішній штукатурки	0.02	0.03	м
Термічний опір самих зовнішніх стін	0.842	1.07154	м ² К/Вт
Приведений термічний опір зовнішніх стін згідно з ДБН В.2.6.31-2006	1.012	1.24154	м ² К/Вт

Витрати тепла в жовтні 2019 року:

$$1 Q = \frac{23425 \cdot 2,4 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 2,4 \cdot 432000 = 218,5270 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ жовтня}$$

$$2 Q = \frac{23425 \cdot 8,4 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 765944 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ жовтня}$$

$$3 Q = \frac{23425 \cdot 3 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 3 \cdot 432000 = 273,2337 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ жовтня}$$

$$4 Q = \frac{23425 \cdot 0,4 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 0,4 \cdot 432000 = 36,445 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20 \text{ жовтня}$$

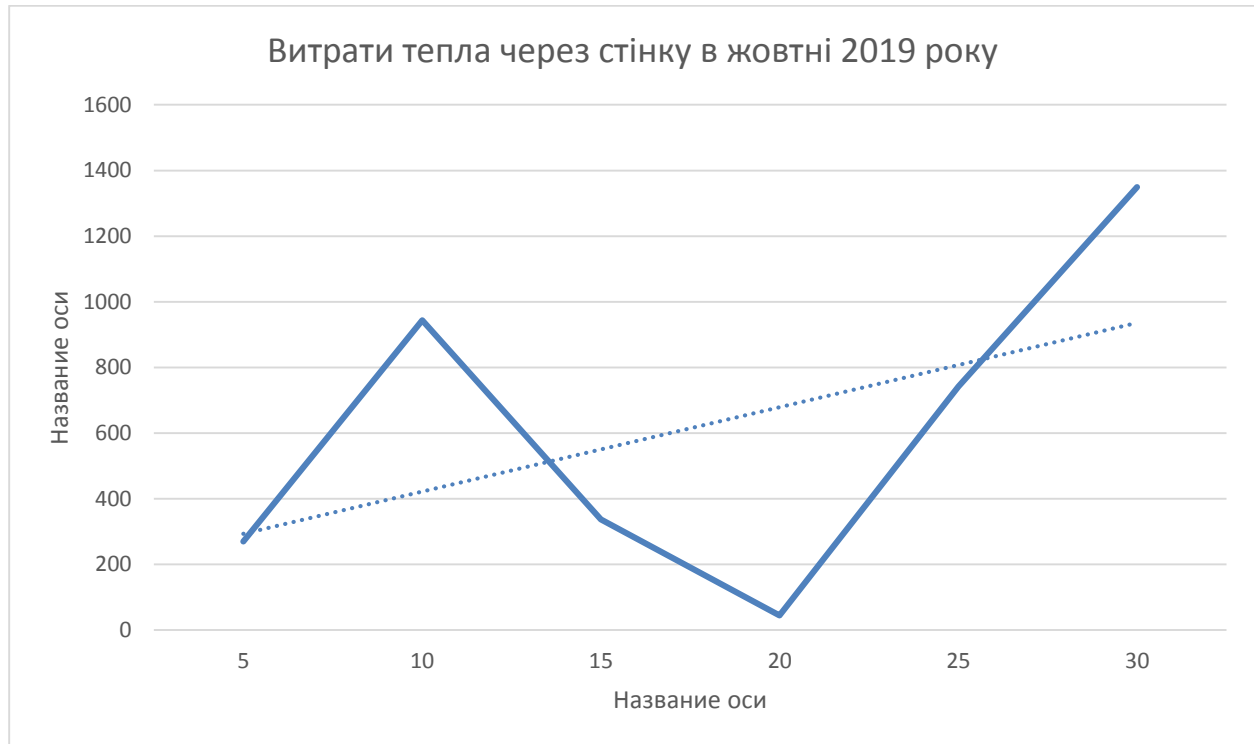
$$5 Q = \frac{23425 \cdot 6,6 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 6,6 \cdot 432000 = 601,1742 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25 \text{ жовтня}$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

$$6 Q = \frac{23425 \cdot 12 \cdot 432000}{0,9} = 0,9 \cdot 23425 \cdot 12 \cdot 432000 = 1092,91349 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30 \text{ ЖОВТНЯ}$$

Значення Q зображенні на графіку 3.17.

Графік 3.17



Де:

— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

Витрати тепла в листопаді 2019 року:

$$1 Q = \frac{23425 \cdot 9,4 \cdot 432000}{0,9} = 0,9 \cdot 23425 \cdot 9,4 \cdot 432000 = 856,11056 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ листопада}$$

$$2 Q = \frac{23425 \cdot 3,8 \cdot 432000}{0,9} = 0,9 \cdot 23425 \cdot 3,8 \cdot 432000 = 346427 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ листопада}$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$3 Q = \frac{23425 \cdot 8 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 8 \cdot 432000 = 728,6899 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ листопада}$$

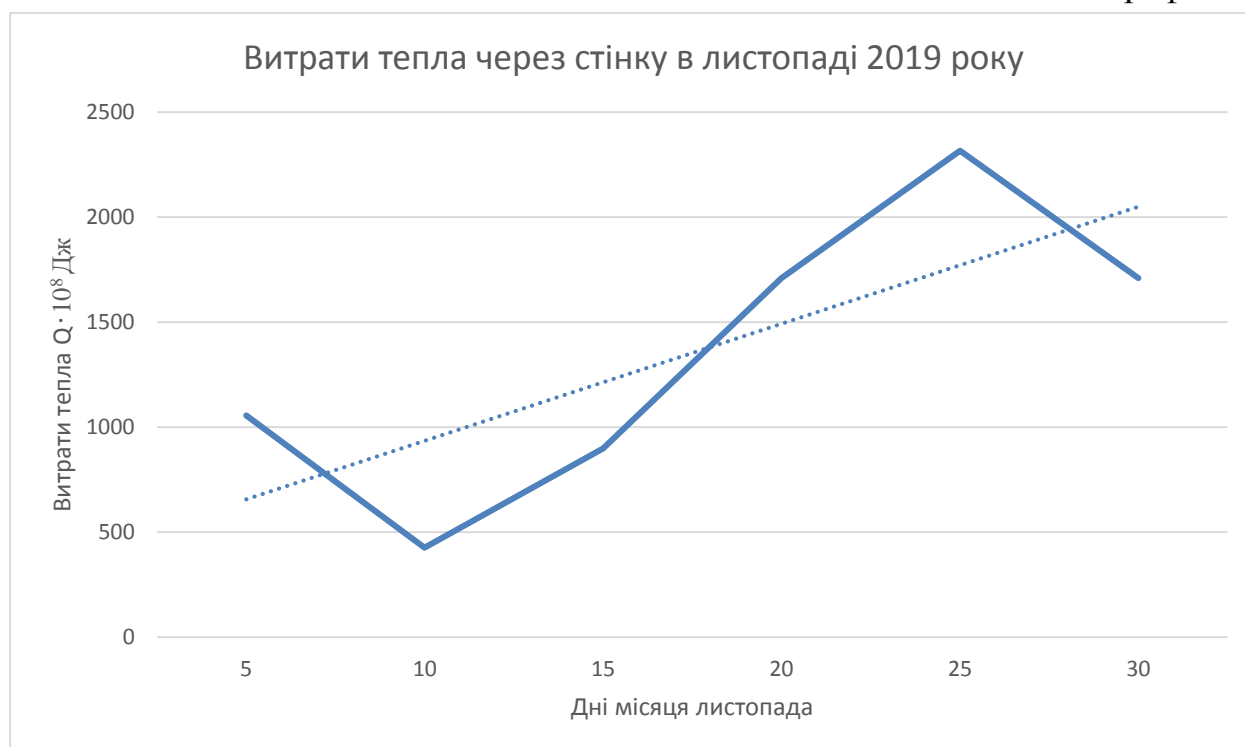
$$4 Q = \frac{23425 \cdot 15,2 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 15,2 \cdot 432000 = 1384,31709 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20 \text{ листопада}$$

$$5 Q = \frac{23425 \cdot 20,6 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 20,6 \cdot 432000 = 1876,12316 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25 \text{ листопада}$$

$$6 Q = \frac{23425 \cdot 15,2 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 15,2 \cdot 432000 = 1384,31709 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30 \text{ листопада}$$

Значення Q зображенні на графіку 3.18.

Графік 3.18



Де:

— - витрати тепла Q;

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

..... - трендова лінія.

Витрати теплоти в березні 2019 року:

$$1 Q = \frac{23425 \cdot 14,4 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 14,4 \cdot 432000 = 1311,51619 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ березня}$$

$$2 Q = \frac{23425 \cdot 8,4 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 765944 \cdot 10^8$$

Дж – 5-10 березня

$$3 Q = \frac{23425 \cdot 12,6 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 12,6 \cdot 432000 = 1147,51416 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ березня}$$

$$4 Q = \frac{23425 \cdot 9 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 9 \cdot 432000 = 819,61011 \cdot 10^8 \text{ Дж}$$

– 15-20 березня

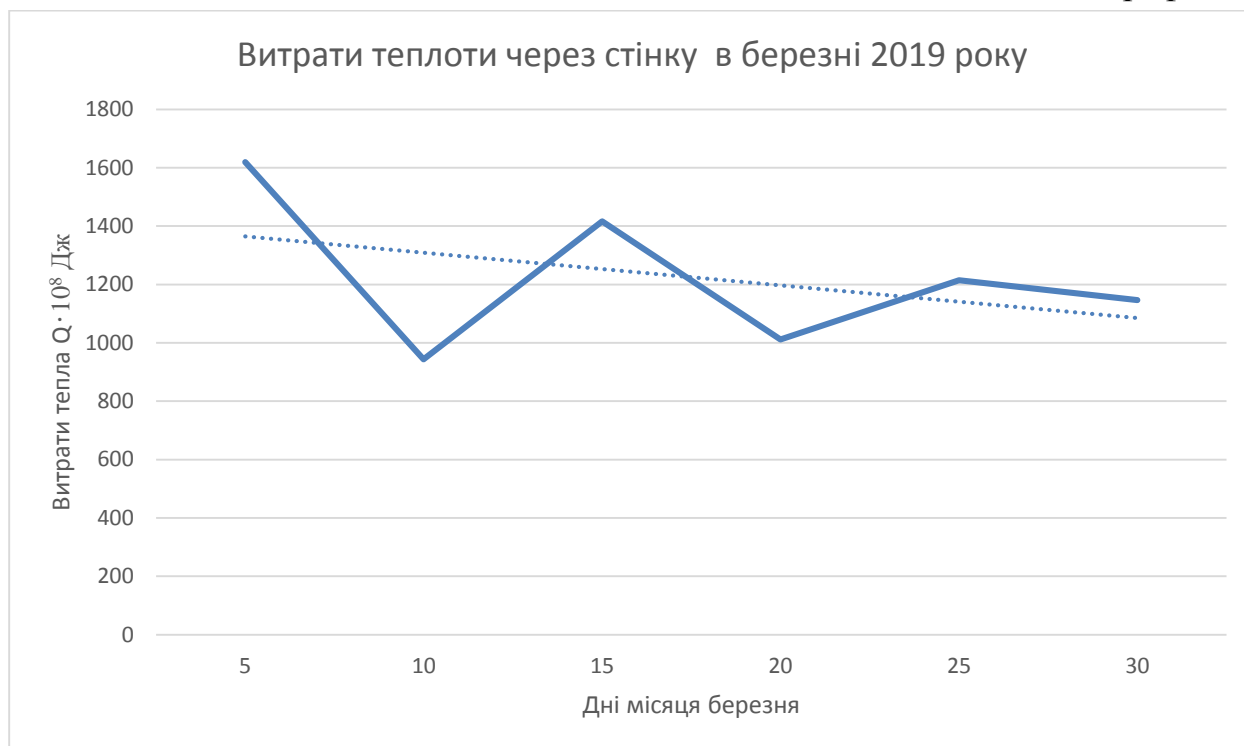
$$5 Q = \frac{23425 \cdot 10,8 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 10,8 \cdot 432000 = 983,61214 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25 \text{ березня}$$

$$6 Q = \frac{23425 \cdot 10,2 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 10,2 \cdot 432000 = 928,91146 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30 \text{ березня}$$

Значення Q зображенні на графіку 3.19.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Графік 3.19



Де:

— - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

Витрати тепла в квітні 2019 року:

$$1 Q = \frac{23425 \cdot 8,2 \cdot 432000}{0,9} = 0,9 \cdot 23425 \cdot 8,2 \cdot 432000 = 746,8922 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 1-5 \text{ квітня}$$

$$2 Q = \frac{23425 \cdot 2 \cdot 432000}{0,9} = 0,9 \cdot 23425 \cdot 2 \cdot 432000 = 182,1224 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 5-10 \text{ квітня}$$

$$3 Q = \frac{23425 \cdot 6,2 \cdot 432000}{0,9} = 0,9 \cdot 23425 \cdot 6,2 \cdot 432000 = 564,6697 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 10-15 \text{ квітня}$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

$$4 Q = \frac{23425 \cdot 8,4 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 8,4 \cdot 432000 = 765944 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 15-20 \text{ квітня}$$

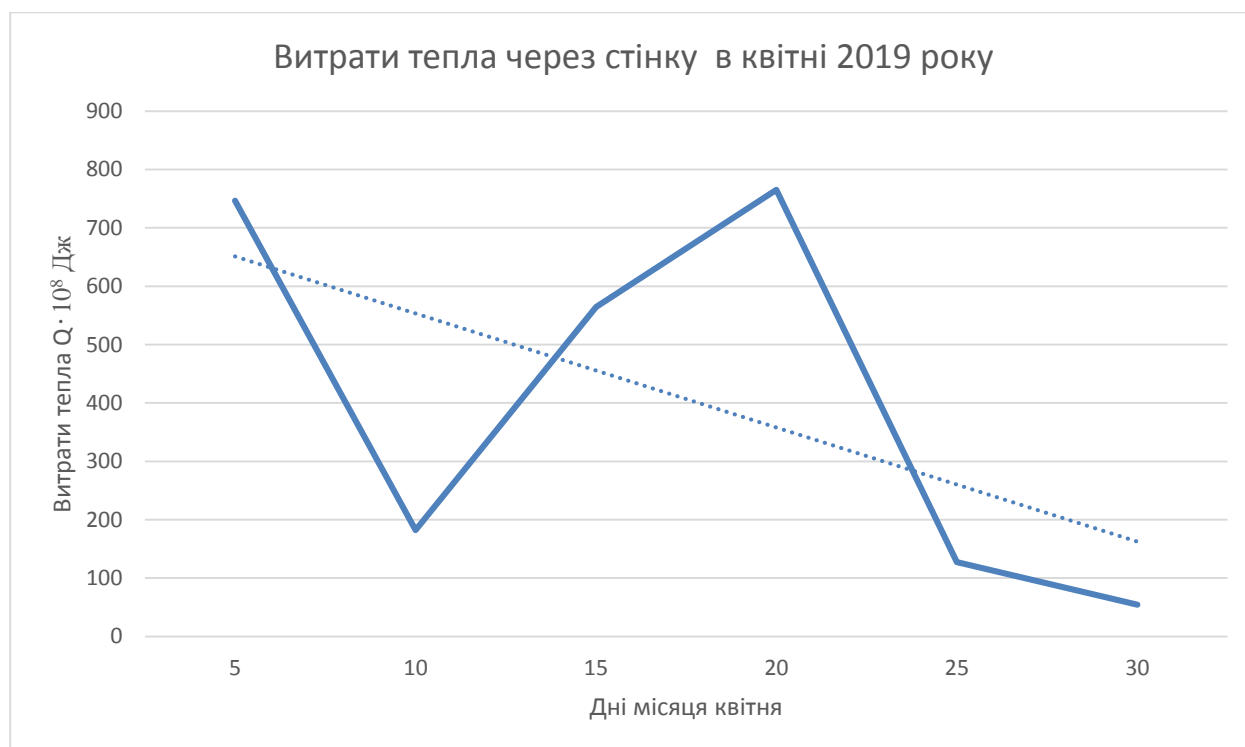
$$5 Q = \frac{23425 \cdot 1,4 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 1,4 \cdot 432000 = 127,5157 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 20-25 \text{ квітня}$$

$$6 Q = \frac{23425 \cdot 0,6 \cdot 432000}{0,9} \cdot 0,9 \cdot 23425 \cdot 0,6 \cdot 432000 = 54,667,4 \cdot 10^8 \text{ Дж} - 25-30 \text{ квітня}$$

Значення Q зображенні на графіку 3.20 .

Графік

3.20



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

025.150094.MP.2020.001

Арк.

52

Де:

_____ - витрати тепла Q;

..... - трендова лінія.

4.РОЗРАУНОК НАДХОДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ДЛЯ м. ДНІПРО В ВЕСНЯНО-ОСІННІЙ ПЕРІОД

4.1 Основні кліматичні характеристики

В таблицях приведені основні кліматичні дані для широти м.Дніпра
 $\varphi_p = 48.20^\circ$ с.ш. для чотирьох місяців

Кліматичні дані для широти м.Дніпра за жовтень місяць 2019 року

Місяці	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$t, ^\circ\text{C}$	15,6	9,6	15	17,6	11,4	7,2
$W, \text{ м/с}$	5	5,6	4,6	2	1,2	4,8
ψ_c	48	44	46	43	42	39
схід	6.41	6.49	6.56	7.04	7.13	7.19
захід	18.16	18.06	17.56	17.46	17.35	17.28
τ_c	11.35	11.17	11	10.42	10.22	10.09

Кліматичні дані для широти м.Дніпра за листопад місяць 2019 року

Місяці	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$t, ^\circ\text{C}$	8,6	14,2	10	2,8	-2,6	2,8
$W, \text{ м/с}$	4,6	5	5,8	3,8	8,2	4,8
ψ_c	41	39	39	37	34	32
схід	6.28	6.36	6.44	6.53	7.00	7.07
захід	16.18	16.11	16.04	15.57	15.53	15.49
τ_c	9.50	9.35	9.20	9.04	8.54	8.42

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Кліматичні дані для широти м.Дніпра за березень місяць 2019 року

Місяці	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
t,°C	3,6	9,6	5,4	9	7,2	7,8
W, м/с	8,6	5,6	4,8	3,8	6,8	5
ψ _c	38	39	41	44	46	47
схід	6.18	6.09	6.01	5.48	5.38	5.26
захід	17.27	17.34	17.40	17.49	17.57	18.05
τ _c	11.09	11.25	11.39	12.01	12.19	12.39

Кліматичні дані для широти м.Дніпра за квітень місяць 2019 року

Місяці	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
t,°C	9,8	16	11,8	9,6	16,6	17,4
W, м/с	4	4,3	3,9	6,5	3,7	3,8
ψ _c	47	49	52	54	53	55
схід	6.13	6.05	5.55	5.45	5.36	5.27
захід	19.15	19.20	19.28	19.35	19.42	19.50
τ _c	13.02	13.15	13.33	13.50	14.06	14.23

t – середня температура кожні 5 днів місяця;

W – середня швидкість вітру кожні 5 днів місяця;

ψ_c – коефіцієнт сонячного випромінювання;

τ_c – тривалість дня.

Оскільки Україна по своєму географічному положенню займає невелику полосу(приблизно 7° пн.ш.), то характер зміни максимального значення потужності радіації на її території можна визначити за допомогою лінійного рівняння:

$$E_{\text{мр}} = E_{\text{мб}}(1 + 0.024 \cdot (\varphi_{\text{б}} - \varphi_{\text{р}})) \text{ (Вт/м}^2\text{)}$$

Де:

E_{мр} – максимальне розрахункове значення інтенсивності сонячної радіації;

E_{мб} – базова інтенсивність сонячної радіації в м. Києві;

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

$\varphi_6 - 50.5^\circ$, широта м.Києва(базова);

$\varphi_p - 48.20$, розрахункова широта.

З урахуванням того, що широти відомі, то рівняння можна переписати у вигляді:

$$E_{mp} = E_{mb}(1 + 0.024 \cdot (50.5 - 48.20)) = E_{mb} \cdot 1.055 \text{ (Вт/м}^2\text{)}$$

Дані базової інтенсивності сонячної радіації для 11-12 годин дня м.Києва, приведені в таблиці 4.1, 4.2, 4.3 та 4.4

Таблиця 4.1

Базова інтенсивність сонячної радіації в м. Києві за жовтень місяць 2019р

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
E_{mb} , Вт/м ²	640	523	510	460	477	390

Таблиця 4.2

Базова інтенсивність сонячної радіації в м. Києві за листопад місяць 2019р

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
E_{mb} , Вт/м ²	402	374	322	298	223	262

Таблиця 4.3

Базова інтенсивність сонячної радіації в м. Києві за березень місяць 2019р

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
E_{mb} , Вт/м ²	574	602	655	680	723	762

Таблиця 4.4

Базова інтенсивність сонячної радіації в м. Києві за квітень місяць 2019р

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$E_{мб}$, Вт/м ²	690	803	765	730	798	830

Інтенсивність сонячної радіації в м. Дніпрі для 11-12 годин за жовтень місяць 2019р:

$$1 E_{мр} = 640 \cdot 1.055 = 675 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 1-5 \text{ жовтня}$$

$$2 E_{мр} = 573 \cdot 1.055 = 605 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 5-10 \text{ жовтня}$$

$$3 E_{мр} = 510 \cdot 1.055 = 538 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 10-15 \text{ жовтня}$$

$$4 E_{мр} = 460 \cdot 1.055 = 485 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 15-20 \text{ жовтня}$$

$$5 E_{мр} = 477 \cdot 1.055 = 503 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 20-25 \text{ жовтня}$$

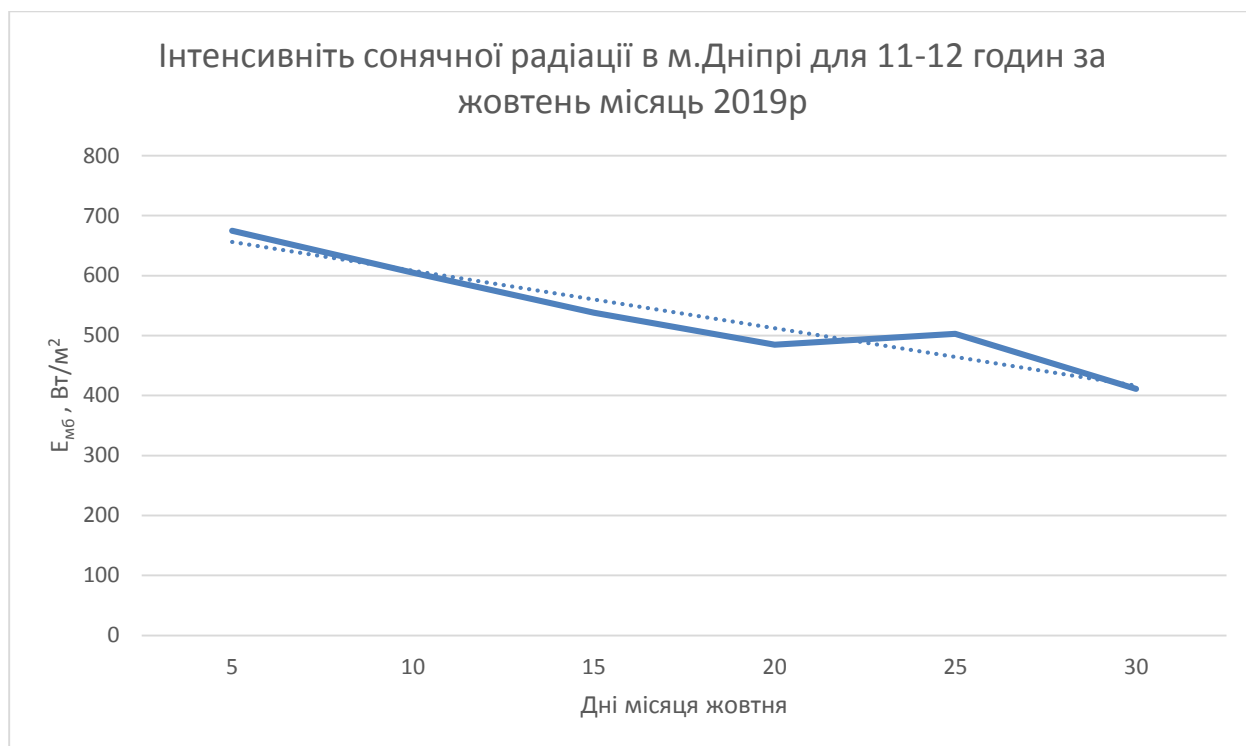
$$6 E_{мр} = 390 \cdot 1.055 = 411 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 25-30 \text{ жовтня}$$

Дані інтенсивності сонячної радіації в м.Дніпрі для 11-12 годин за жовтень місяць 2019р, приведені в таблиці 4.5 та зображені на графіку 4.1.

Таблиця 4.5

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$E_{мб}$, Вт/м ²	675	605	538	485	503	411

Графік 4.1



Де:

— - Інтенсивність сонячної радіації;

..... - трендова лінія.

Інтенсивність сонячної радіації в м. Дніпрі для 11-12 годин за листопад місяць 2019р:

$$1 E_{\text{мр}} = 402 \cdot 1.055 = 424 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 1-5 \text{ листопада}$$

$$2 E_{\text{мр}} = 374 \cdot 1.055 = 395 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 5-10 \text{ листопада}$$

$$3 E_{\text{мр}} = 322 \cdot 1.055 = 340 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 10-15 \text{ листопада}$$

$$4 E_{\text{мр}} = 298 \cdot 1.055 = 314 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 15-20 \text{ листопада}$$

$$5 E_{\text{мр}} = 223 \cdot 1.055 = 235 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 20-25 \text{ листопада}$$

$$6 E_{\text{мр}} = 262 \cdot 1.055 = 276 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 25-30 \text{ листопада}$$

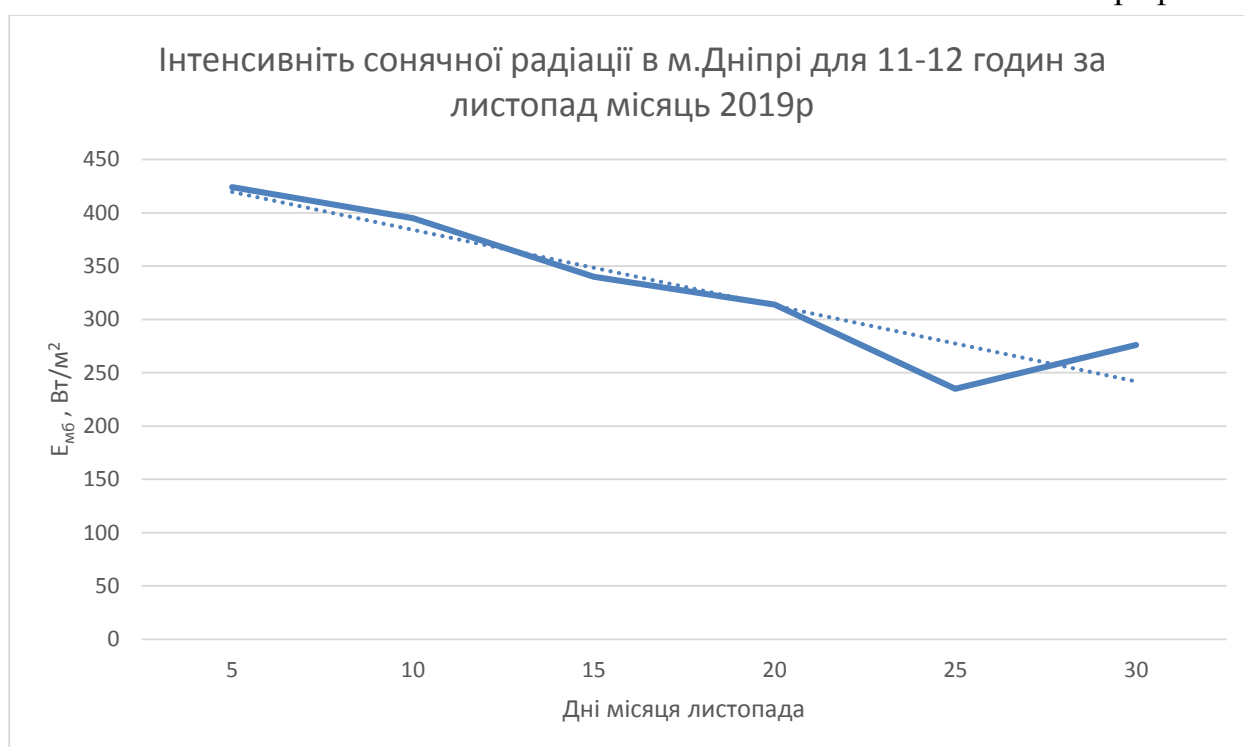
					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

Дані інтенсивності сонячної радіації в м.Дніпрі для 11-12 годин за листопад місяць 2019р, приведені в таблиці 4.6 та зображені на графіку 4.2.

Таблиця 4.6

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$E_{мб}$, Вт/м ²	424	395	340	314	235	276

Графік 4.2



Де:

— - Інтенсивність сонячної радіації;

..... - трендова лінія.

Інтенсивність сонячної радіації в м. Дніпрі для 11-12 годин за березень місяць 2019р:

$$1 E_{\text{мр}} = 574 \cdot 1.055 = 606 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 1-5 \text{ березня}$$

$$2 E_{\text{мр}} = 602 \cdot 1.055 = 635 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 5-10 \text{ березня}$$

$$3 E_{\text{мр}} = 655 \cdot 1.055 = 691 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 10-15 \text{ березня}$$

$$4 E_{\text{мр}} = 680 \cdot 1.055 = 717 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 15-20 \text{ березня}$$

$$5 E_{\text{мр}} = 723 \cdot 1.055 = 763 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 20-25 \text{ березня}$$

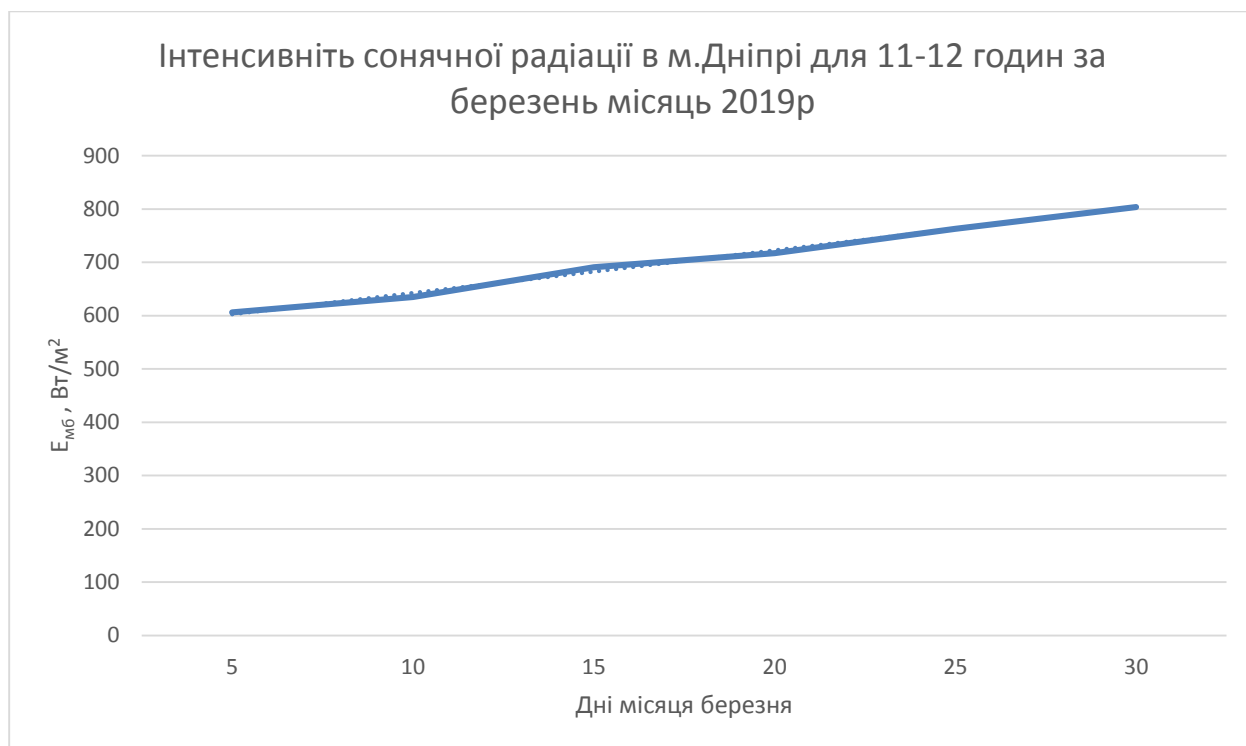
$$6 E_{\text{мр}} = 762 \cdot 1.055 = 804 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 25-30 \text{ березня}$$

Дані інтенсивності сонячної радіації в м.Дніпрі для 11-12 годин за березень місяць 2019р, приведені в таблиці 4.7 та зображені на графіку 4.3

Таблиця 4.7

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$E_{\text{мб}}, \text{ Вт/м}^2$	606	635	691	717	763	804

Графік 4.3



Де:

— - Інтенсивність сонячної радіації;

..... - трендова лінія.

Інтенсивність сонячної радіації в м. Дніпрі для 11-12 годин за квітень місяць 2019р:

$$1 E_{\text{мр}} = 690 \cdot 1.055 = 727 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 1-5 \text{ квітня}$$

$$2 E_{\text{мр}} = 803 \cdot 1.055 = 847 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 5-10 \text{ квітня}$$

$$3 E_{\text{мр}} = 765 \cdot 1.055 = 807 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 10-15 \text{ квітня}$$

$$4 E_{\text{мр}} = 730 \cdot 1.055 = 770 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 15-20 \text{ квітня}$$

$$5 E_{\text{мр}} = 798 \cdot 1.055 = 842 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 20-25 \text{ квітня}$$

$$6 E_{\text{мр}} = 830 \cdot 1.055 = 876 \text{ (Вт/м}^2\text{)} - 25-30 \text{ квітня}$$

					025.150094.МР.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

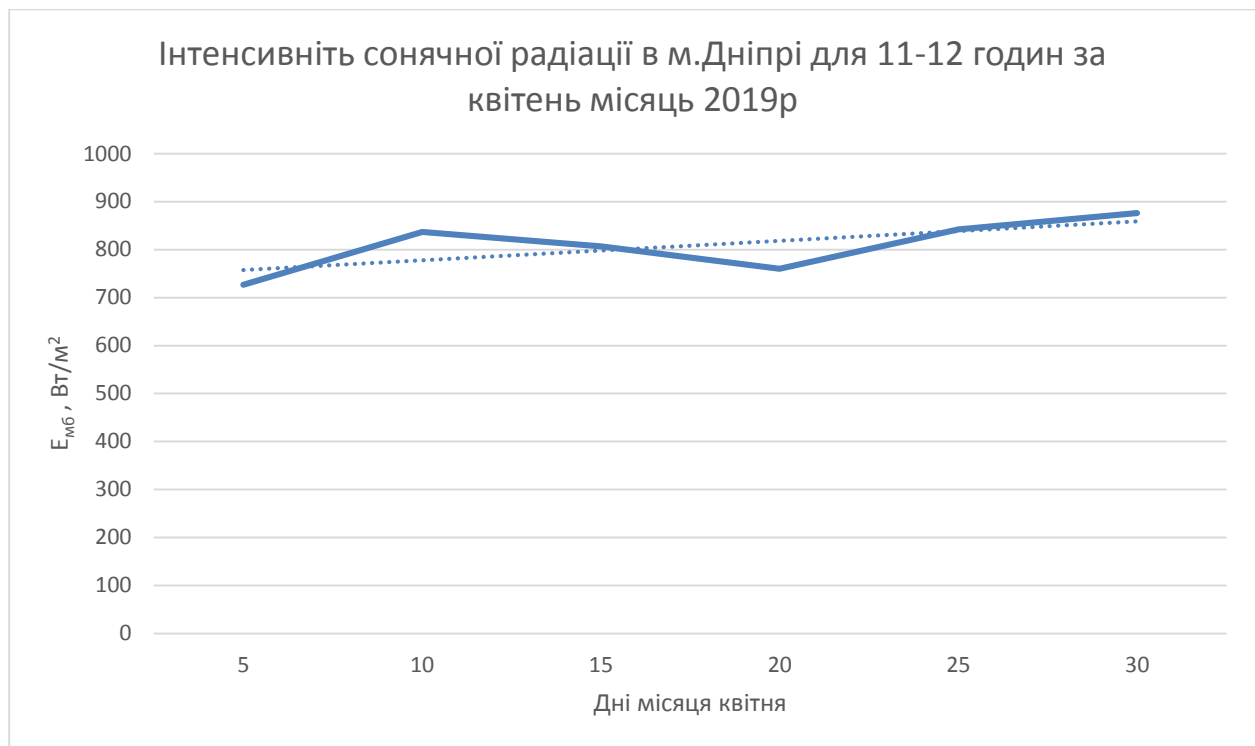
Дані інтенсивності сонячної радіації в м.Дніпрі для 11-12 годин за квітень місяць 2019р, приведені в таблиці 4.8 та зображені на графіку 4.4

Таблиця 4.8

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$E_{\text{мб}},$ Вт/м^2	727	847	807	770	842	876

Графік 4.4

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Де:

— - Інтенсивність сонячної радіації;

..... - трендова лінія.

4.2 Прихід енергії на 1 м² за кожний місяць

Для обчислення приходу енергії на 1м² використовується емпірична формула:

$$E_{\text{мбс}} = \frac{7200}{\pi} \cdot E_{\text{мб}} \cdot \tau_{\text{с}} \cdot \psi_{\text{с}} \cdot n \text{ (Дж)}$$

Де:

$E_{\text{мб}}$ – максимальне розрахункове значення інтенсивності сонячної радіації;

$\tau_{\text{с}}$ – тривалість світового дня;

$\psi_{\text{с}}$ – коефіцієнт сонячного випромінювання;

n – кількість днів.

Прихід енергії на 1м² за жовтень місяць 2019 року:

$$1 E_{\text{мбс}} = 675 \cdot 11,35 \cdot 48 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,42 \cdot 10^8 \text{ (Дж)} \text{ 1-5 жовтня}$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

$$2 E_{\text{мбс}} = 605 \cdot 11,17 \cdot 44 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,34 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 5-10 жовтня}$$

$$3 E_{\text{мбс}} = 538 \cdot 11 \cdot 46 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,31 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 10-15 жовтня}$$

$$4 E_{\text{мбс}} = 485 \cdot 10,42 \cdot 43 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,24 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 15-20 жовтня}$$

$$5 E_{\text{мбс}} = 503 \cdot 10,22 \cdot 42 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,25 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 20-25 жовтня}$$

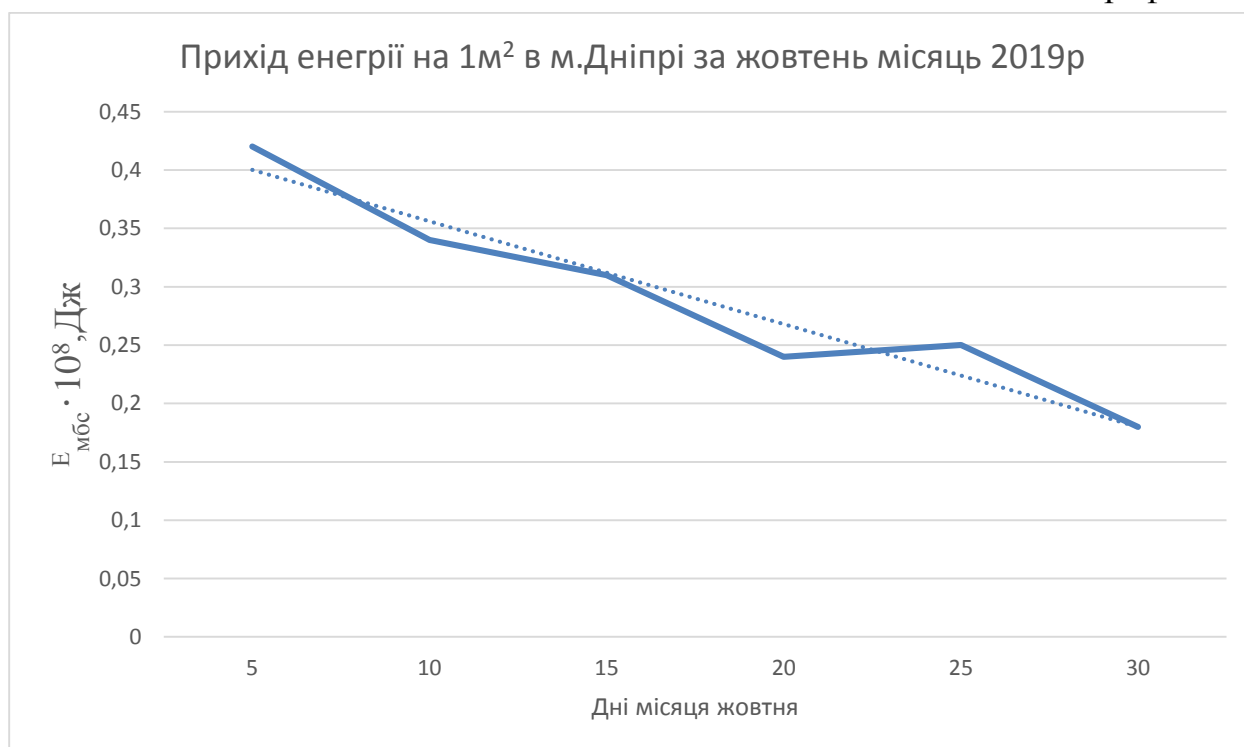
$$6 E_{\text{мбс}} = 411 \cdot 10,09 \cdot 39 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,18 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 25-30 жовтня}$$

Данні прихід енергії на 1м^2 за жовтень місяць 2019 року наведені в таблиці 4.9 і на графіку 4.5

Таблиця 4.9

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$E_{\text{мбс}}$, Дж	$0,42 \cdot 10^8$	$0,34 \cdot 10^8$	$0,31 \cdot 10^8$	$0,24 \cdot 10^8$	$0,25 \cdot 10^8$	$0,18 \cdot 10^8$

Графік 4.5



Де:

————— - Інтенсивність сонячної радіації;

..... - трендова лінія.

Прихід енергії на 1 м^2 за листопад місяць 2019 року:

$$1 E_{\text{мбс}} = 424 \cdot 9,5 \cdot 41 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,19 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 1-5 листопада}$$

$$2 E_{\text{мбс}} = 395 \cdot 9,35 \cdot 39 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,16 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 5-10 листопада}$$

$$3 E_{\text{мбс}} = 340 \cdot 9,20 \cdot 39 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,14 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 10-15 листопада}$$

$$4 E_{\text{мбс}} = 314 \cdot 9,04 \cdot 37 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,12 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 15-20 листопада}$$

$$5 E_{\text{мбс}} = 235 \cdot 8,54 \cdot 34 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,08 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 20-25 листопада}$$

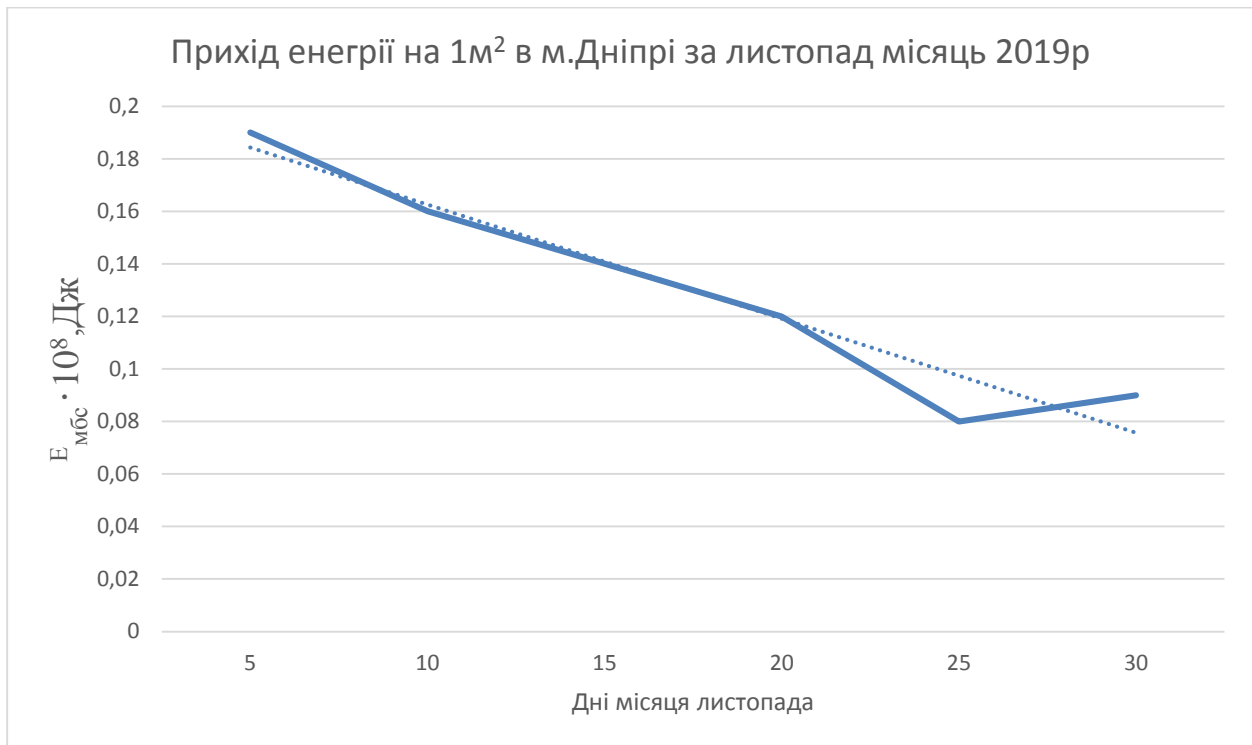
$$6 E_{\text{мбс}} = 276 \cdot 8,42 \cdot 32 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,09 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 25-30 листопада}$$

Данні прихід енергії на 1 м^2 за листопад місяць 2019 року наведені в таблиці 4.10 і на графіку 4.6

Таблиця 4.10

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$E_{\text{мбс}}$, Дж	$0,19 \cdot 10^8$	$0,16 \cdot 10^8$	$0,14 \cdot 10^8$	$0,12 \cdot 10^8$	$0,08 \cdot 10^8$	$0,09 \cdot 10^8$

Графік 4.6



Де:

— - Інтенсивність сонячної радіації;

..... - трендова лінія.

Прихід енергії на 1м² за березень місяць 2019 року:

$$1 E_{\text{мбс}} = 574 \cdot 11,09 \cdot 38 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,28 \cdot 10^8 \text{ (Дж) } 1-5 \text{ березня}$$

$$2 E_{\text{мбс}} = 602 \cdot 11,25 \cdot 39 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,3 \cdot 10^8 \text{ (Дж) } 5-10 \text{ березня}$$

$$3 E_{\text{мбс}} = 655 \cdot 11,39 \cdot 41 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,35 \cdot 10^8 \text{ (Дж) } 10-15 \text{ березня}$$

$$4 E_{\text{мбс}} = 680 \cdot 11,43 \cdot 44 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,39 \cdot 10^8 \text{ (Дж) } 15-20 \text{ березня}$$

$$5 E_{\text{мбс}} = 723 \cdot 12,01 \cdot 46 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,46 \cdot 10^8 \text{ (Дж) } 20-25 \text{ березня}$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

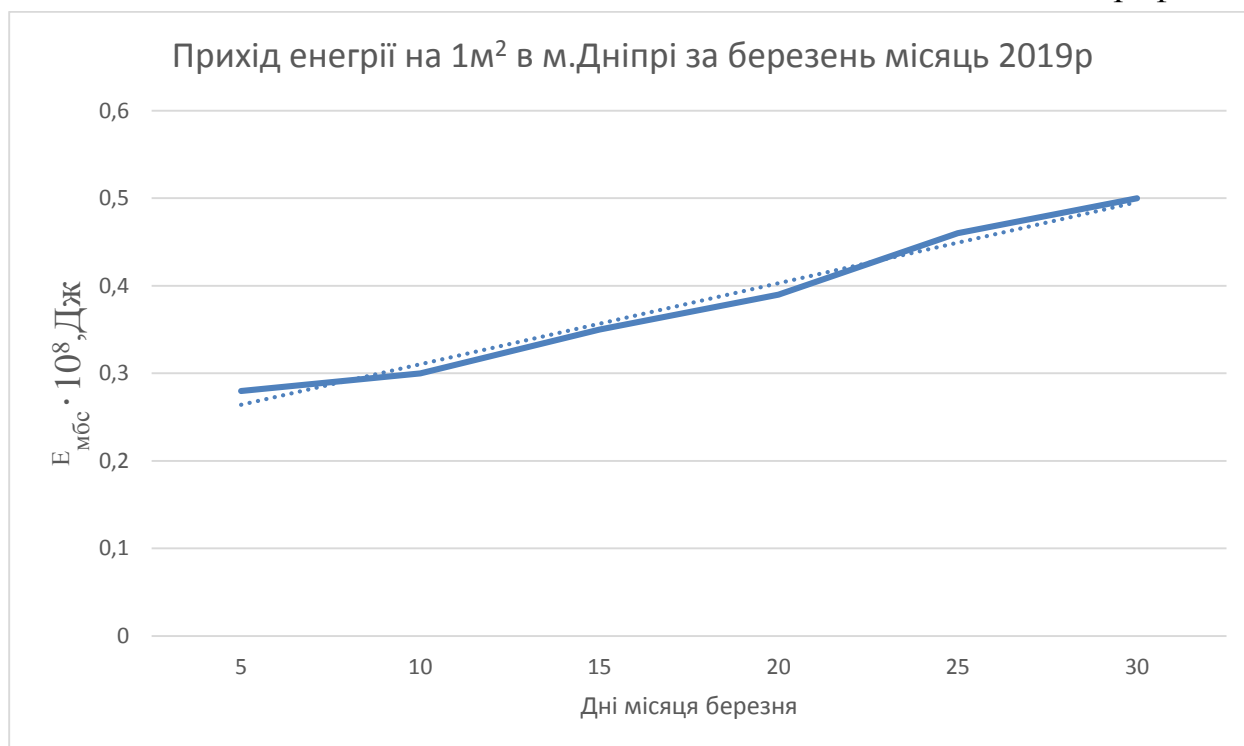
$$6 E_{\text{мбс}} = 762 \cdot 12,39 \cdot 47 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,5 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 25-30 березня}$$

Данні прихід енергії на 1м² за березень місяць 2019 року наведені в таблиці 4.11 і на графіку 4.7

Таблиця 4.11

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
Е _{мбс} , Дж	0,28 · 10 ⁸	0,3 · 10 ⁸	0,35 · 10 ⁸	0,39 · 10 ⁸	0,46 · 10 ⁸	0,5 · 10 ⁸

Графік 4.7



Де:

— - Інтенсивність сонячної радіації;

..... - трендова лінія.

Прихід енергії на 1м^2 за квітень місяць 2019 року:

$$1 E_{\text{мбс}} = 690 \cdot 13,02 \cdot 47 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,48 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 1-5 квітня}$$

$$2 E_{\text{мбс}} = 803 \cdot 13,15 \cdot 49 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,59 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 5-10 квітня}$$

$$3 E_{\text{мбс}} = 765 \cdot 13,33 \cdot 52 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,6 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 10-15 квітня}$$

$$4 E_{\text{мбс}} = 730 \cdot 13,5 \cdot 54 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,61 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 15-20 квітня}$$

$$5 E_{\text{мбс}} = 798 \cdot 14,06 \cdot 53 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,68 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 20-25 квітня}$$

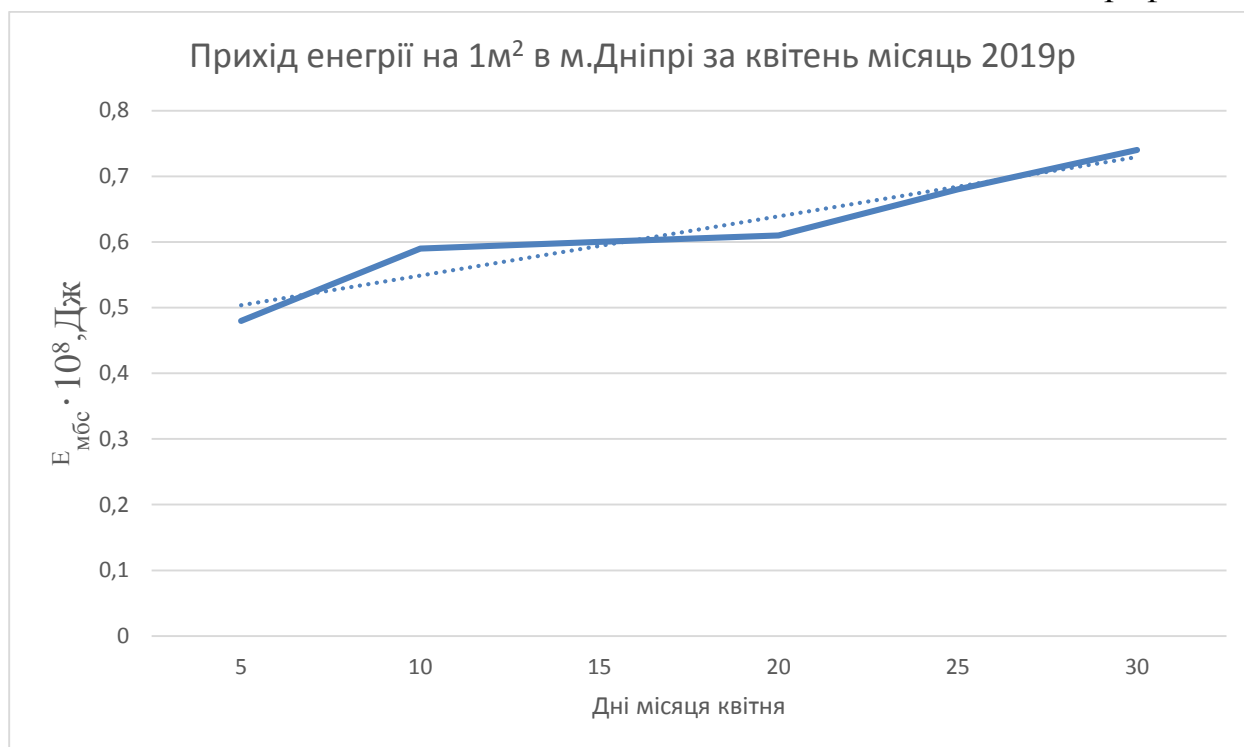
$$6 E_{\text{мбс}} = 830 \cdot 14,23 \cdot 55 \cdot \frac{7200}{\pi} \cdot 5 = 0,74 \cdot 10^8 \text{ (Дж) 25-30 квітня}$$

Данні прихід енергії на 1м^2 за квітень місяць 2019 року наведені в таблиці 4.12 і на графіку 4.8

Таблиця 4.12

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$E_{\text{мбс}}$, Дж	$0,48 \cdot 10^8$	$0,59 \cdot 10^8$	$0,6 \cdot 10^8$	$0,61 \cdot 10^8$	$0,68 \cdot 10^8$	$0,74 \cdot 10^8$

Графік 4.8



Де:

— - Інтенсивність сонячної радіації;

..... - трендова лінія.

Прихід енергії на 1 м² протягом чотирьох місяців становить:

$$\sum E_{\text{міс}} = 1,12 \cdot 10^8 + 0,78 \cdot 10^8 + 2,28 \cdot 10^8 + 3,7 \cdot 10^8 = 7,88 \cdot 10^8 \text{ (Дж)}$$

Значення $E_{\text{міс}}$ наведені в таблиці 4.13

Таблиця 4.13

місяць	жовтень	листопад	березень	квітень
$E_{\text{міс}}, \text{Дж}$	$1,22 \cdot 10^8$	$0,78 \cdot 10^8$	$2,28 \cdot 10^8$	$3,7 \cdot 10^8$

5. РОЗРАХУНОК СОНЯЧНОГО КОЛЕКТОРА

5.1 Загальна частина

Сонячний колектор - це не уся геліосистема, і він не може виробляти корисну теплову енергію самостійно, якщо уся система не працює правильно. Існує велика кількість варіантів геліосистем, і теплова енергія, яку вони можуть виробити в певний день обмежена, і залежить від багатьох чинників: конфігурації системи і її конструктивних особливостей, міри ясності дня, температури холодної води, об'єму бака, температури навколишнього повітря і так далі. Тепловий потік від Сонця потрапляє на пластину, що нагрівається, перетворюючи сонячне випромінювання у теплову енергію, яка передається теплоносію.

Для покращення сприймання сонячної радіації абсорбери роблять з селективним покриттям. Селективне покриття складається з тонкої плівки фільтру (нікель, титан), нанесеної на металеву основу, що добре проводить тепло (мідь, алюміній) і характеризується високою поглинаючою здатністю у видимій області спектру і низьким коефіцієнтом випромінювання в інфрачервоній області.

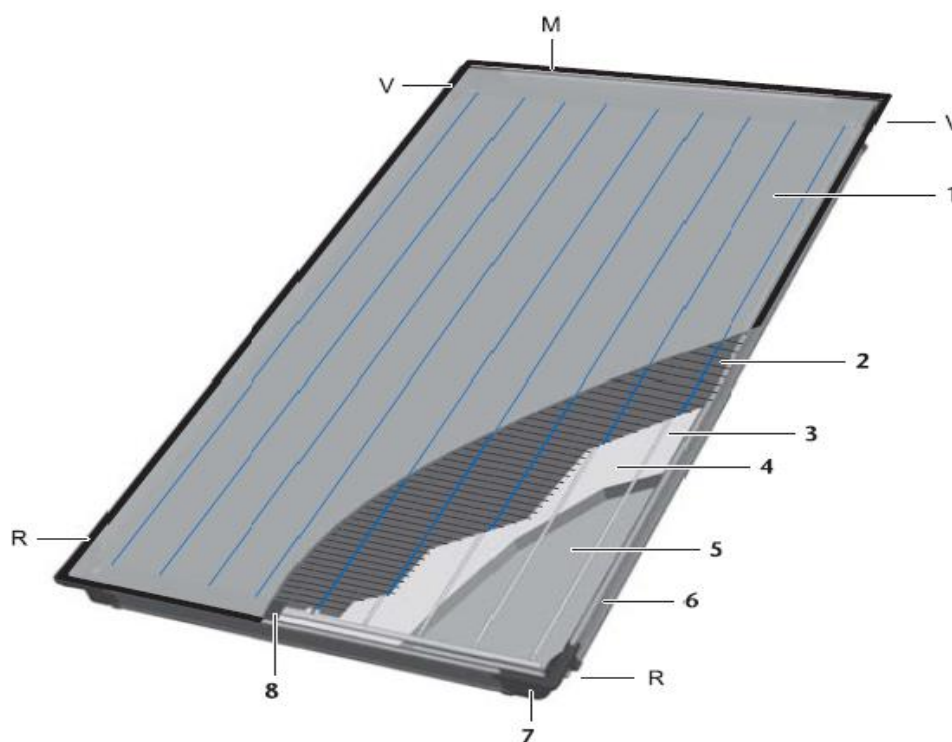


Рисунок 1.7 - Загальний вигляд та конструкція плоского сонячного колектора

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

V–вихід теплоносія з сонячного колектору; R–вхід теплоносія в сонячний колектор; M–заглибна гільза датчика температури; 1- скляне покриття; 2- стрічковий абсорбер; 3 - мідна трубка; 4 - теплоізоляційний матеріал; 5- тільна стінка корпусу; 6- рамковий профіль зі скловолокна; 7- пластикові литі кути; 8- кожух трубопроводу.

ВТРАТИ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В ПЛОСКОМУ СОНЯЧНОМУ КОЛЕКТОРІ

Усі принципи конструювання сонячних колекторів зводяться до забезпечення максимального поглинання сонячної енергії і максимального зниження теплових втрат. Максимальне поглинання сонячної енергії здійснене у відкритих колекторах (без скла), які застосовуються тільки для нагріву води у відкритих басейнах в теплий і сонячний період року, а наймінімальніші теплові втрати мають вакуумні колектори.

На практиці, сучасний ефективний плоский геліоколектор працює з середнім ККД в 50%, більш застарілі моделі працюють з ККД - 20-40%. ККД сонячного колектора нестабільний і може визначатися тільки для конкретних умов експлуатації в окремий момент часу. Чим менше температура, до якої вимагається нагрівати, тим вище ККД геліоколектора. Наприклад, тільки через застосування ефективнішого поглинаючого покриття (високоселективного), в хмарну погоду різниця в ефективності сонячних колекторів може досягати 45%. На території України сонячне випромінювання складається з розсіяного (на 40-60% в цілому по року), тому необхідно використовувати сонячні колектори з високоселективним покриттям поглинаючої панелі. Геліоколектор практично ніколи не працює з максимальним ККД, оскільки в цьому випадку температура, до якої вимагається нагрівати, має бути не вище за температуру навколишнього повітря.

ВИБІР СХЕМ СОНЯЧНОГО ТЕПЛОДОПОСТАЧАННЯ

Принцип роботи: колекторний контур системи є замкнутим і заповнюється яким-небудь незамерзаючим і нетоксичним теплоносієм. Нетоксичність теплоносія є обов'язковою вимогою, яка дає можливість при створенні схеми установки обійтися простішими технічними рішеннями і уникнути "правила двох стінок", що розділяють токсичний теплоносій і питну воду. Низькі температури замерзання теплоносія дозволяють не зливати його із сонячного

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

колектора в зимовий час, що також здешевлює експлуатацію і підвищує корозійну стійкість системи.

Колектори встановлюються, як правило, на покрівлі будівлі, хоча у кожному конкретному випадку можливі і інші місця установки. Умови розміщення і орієнтації сонячного колектора вибираються відповідно до нормативних документів. На виході із сонячного колектора у верхній точці контура встановлюється автоматичний клапан-повітровідвідник. Потім нагрітий в сонячному колекторі теплоносіє проходить через опускний трубопровід і поступає в нижній теплообмінник бака акумулятора, де охолоджується, передаючи тепло витратній воді бака. Після виходу з бака теплоносіє по трубопроводу поступає через насос в нижню частину сонячного колектора. Верхній теплообмінник бака акумулятора підключений до опалювального котла, сполученого з опалювальним контуром будівлі. Циркуляція гарячої води з котла для нагріву бака акумулятора здійснюється за допомогою окремого насоса.

Відбір витратної гарячої води з бака акумулятора виконується у верхній точці бака подачею знизу в бак холодної води (тобто завжди витрачається найгарячіша вода, наявна в баку). Ця вода по магістралі подається до точок відбору. Для забезпечення постійної наявності в точках відбору гарячої води в систему може бути включена циркуляційна магістраль зі своїм насосом. Фактично бак акумулятор завжди знаходиться під тиском водопровідної мережі.

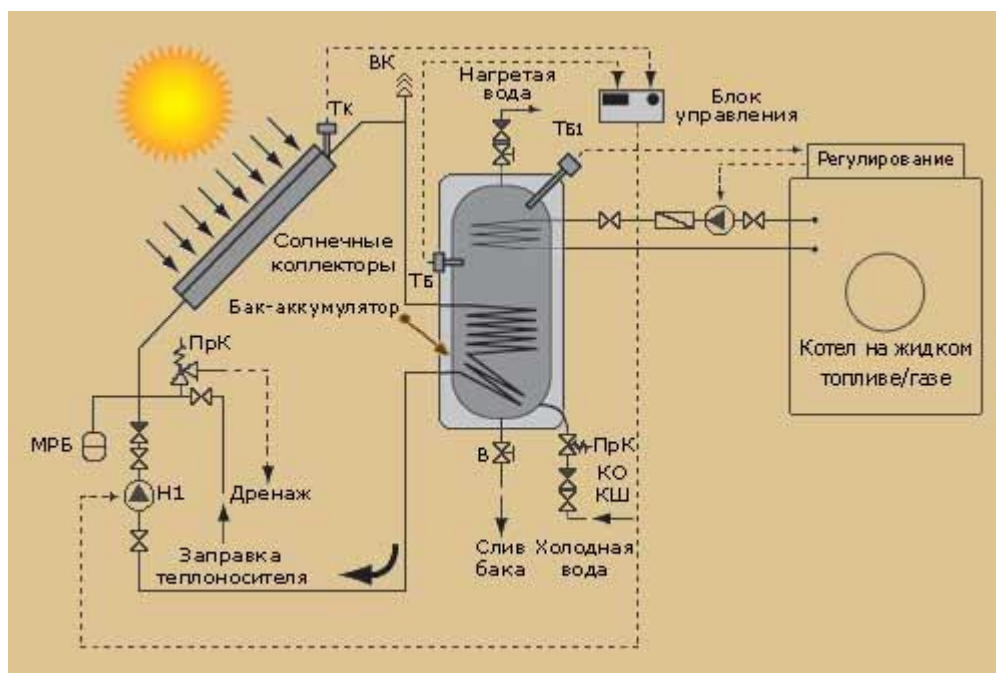


Рисунок 1.10 - Принципова схема системи сонячного водопостачання

Включення циркуляційного насоса колекторного контура виробляється блоком управління, який по своїй функції є диференціальним реле, що порівнює показники двох датчиків температури: датчика, встановленого на виході теплоносія із сонячного колектора, і датчика, встановленого в баці акумуляторі. Місце установки датчика в баку може бути різним по висоті, і це впливає на параметри роботи регулювальника, а отже, на теплопроизводительность системи і її безпеку.

Якщо температура теплоносія на виході із сонячного колектора вище, ніж температура води в баку, то включається циркуляційний насос і тепло передається воді в баку. При використанні сучасних насосів при роботі може вироблятися регулювання частоти обертання насоса, щоб, по можливості, підтримувати постійною встановлену різницю температур датчиків, що управляють.

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ГЕЛІОКОЛЕКТОРІВ

На теперішній час промисловістю випускається велика кількість різноманітних за характеристиками і змістом геліоколекторів.

Удосконалення плоских колекторів розвивається по двох напрямках:

1) випуск недорогих низькотемпературних колекторів для одержання гарячої води при температурі 50 - 60°C, для побутових потреб у теплий період року;

2) створення колекторів з поліпшеними характеристиками при підвищених значеннях температур.

Задачі першого напрямку вирішуються шляхом заміни міді іншими матеріалами для теплоприймальної поверхні геліоколектора (такими, як сталь, алюміній, пластмаси) і використання замість трудомістких методів виготовлення теплоприймальних елементів із труб і пластин більш простої технології.

Зараз промисловість випускає більш-менш удачі штамповані колектори зі сталі, прокатно-зварені з алюмінію і литі з пластмаси.

З другим напрямком зв'язані наступні проблеми:

Забезпечення максимального пропущення через прозоре покриття, наприклад, за рахунок використання скла з низьким змістом заліза чи створення на поверхні скла невідбиваючого світло шару.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

Зниження до мінімуму теплових втрат від колектора. Втрати з тильної і бічної сторін можуть бути зменшені за рахунок поліпшення ізоляції. Радіаційну і конвективну складові втрат з лицьової сторони колектора зменшують вакуумуванням простору між теплоприймальною поверхнею і прозорою ізоляцією, проте не завжди вдається забезпечити абсолютно непроникне з'єднання різнорідних матеріалів, і вакуум через якийсь час погіршується. Інший шлях – використання багат шарового скляного покриття, або використання склопластиків з поліпшеними теплоізоляційними властивостями.

5.2 Вибір кута установки сонячного геліоколектора

$$\delta_c = 23.5 \cdot \sin\left(\frac{284+n}{365}\right)360$$

Де:

n- порядковий номер дня в році.

$$1 \delta_c = 23.5 \cdot \sin\left(\frac{284+74}{365}\right)360 = -9.62^\circ - \text{жовтень}$$

$$2 \delta_c = 23.5 \cdot \sin\left(\frac{284+105}{365}\right)360 = -19.19^\circ - \text{листопад}$$

$$3 \delta_c = 23.5 \cdot \sin\left(\frac{284+288}{365}\right)360 = -2.82^\circ - \text{березень}$$

$$4 \delta_c = 23.5 \cdot \sin\left(\frac{284+319}{365}\right)360 = 9.43^\circ - \text{квітень}$$

Значення δ_c наведені в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1

Місяць	жовтень	листопад	березень	квітень	сер
δ_c , град	-9.62°	-19.19°	-2.82°	9.43°	-5.55

Знаючи кут схилення Сонця δ_c та широту місцевості φ_p можна знайти годинний кут заходу(сходу) Сонця для горизонтальної поверхні :

$$\omega_{згп} = \arccos(-\operatorname{tg}\varphi_p \cdot \operatorname{tg}\delta_c)$$

$\omega_{згп}$ – кут між південним напрямком та напрямком заходу Сонця.

$$1 \ \omega_{згп} = \arccos(-\operatorname{tg}48.20 \cdot \operatorname{tg}(-9.62)) = 79.63 \text{ – жовтень}$$

$$2 \ \omega_{згп} = \arccos(-\operatorname{tg}48.20 \cdot \operatorname{tg}(-19.19)) = 67.1 \text{ – листопад}$$

$$3 \ \omega_{згп} = \arccos(-\operatorname{tg}48.20 \cdot \operatorname{tg}(-2.82)) = 86.84 \text{ – березень}$$

$$4 \ \omega_{згп} = \arccos(-\operatorname{tg}48.20 \cdot \operatorname{tg}(9.43)) = 79.33 \text{ – квітень}$$

Значення $\omega_{згп}$ наведені в таблиці 5.2

Таблиця 5.2

Місяць	жовтень	листопад	березень	квітень
$\omega_{згп}$	79.63	67.1	86.84	79.33

Годинний кут заходу сонця для похилої поверхні розраховується за формулою:

$$\omega_{згп} = \arccos(-\operatorname{tg}(\varphi_p - \beta) \cdot \operatorname{tg}\delta_c)$$

Кут установки геліоколектора:

$$\beta = \varphi_p - \delta_c$$

$$1 \ \beta = 48.20 - (-9.62) = 57.82 \text{ – жовтень}$$

$$2 \ \beta = 48.20 - (-19.19) = 67.39 \text{ – листопад}$$

$$3 \ \beta = 48.20 - (-2.82) = 51.02 \text{ – березень}$$

$$4 \ \beta = 48.20 - 9.43 = 38.77 \text{ – квітень}$$

Значення β наведені в таблиці 5.3

Таблиця 5.3

Місяць	жовтень	листопад	березень	квітень	сер
β	57.82	67.39	51.02	57.63	53.75

$$\beta_{\text{сер}} = \varphi_p - \delta_{\text{сер}} = 48,2 - (-5.55) = 53.75^\circ$$

Визначаємо кут заходу Сонця:

$$\omega_{\text{зп}} = \arccos(-\text{tg}(48.2-53.75) \cdot \text{tg}\delta_c)$$

$$1 \ \omega_{\text{зп}} = \arccos(-\text{tg}(48.2-53.75) \cdot \text{tg}(-9.62)) = 89.06 - \text{жовтень}$$

$$2 \ \omega_{\text{зп}} = \arccos(-\text{tg}(48.2-53.75) \cdot \text{tg}(-19.19)) = 88.06 - \text{листопад}$$

$$3 \ \omega_{\text{зп}} = \arccos(-\text{tg}(48.2-53.75) \cdot \text{tg}(-2.82)) = 89.72 - \text{березень}$$

$$4 \ \omega_{\text{зп}} = \arccos(-\text{tg}(48.2-53.75) \cdot \text{tg}9.43) = 89.07 - \text{квітень}$$

Значення $\omega_{\text{зп}}$ наведені в таблиці 5.4

Таблиця 5.4

місяць	жовтень	листопад	березень	квітень	сер
$\omega_{\text{зп}}$	89.06	88.06	89.72	89.07	88.97

Коефіцієнт $X_{\text{пр}}$, враховуючий вплив кута установки нахиленої поверхні β на добове сприйняття радіації, можна визначити як:

$$X_{\text{пр}} = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cdot \cos(\vartheta) \cdot \sin(\omega_{3\pi}) + \frac{\omega_{3\pi}}{180} \cdot \pi \cdot \sin(\varphi - \beta) \cdot \sin(\vartheta)}{\cos(\varphi) \cdot \cos(\vartheta) \cdot \sin(\omega_{3\pi}) + \frac{\omega_{3\pi}}{180} \cdot \pi \cdot \sin(\varphi) \cdot \sin(\vartheta)}$$

$$1 X_{\text{пр}} = \frac{\cos(-5.55) \cdot \cos(-9.62) \cdot \sin(89.06) + \frac{89.06}{180} \cdot \pi \cdot \sin(-5.55) \cdot \sin(-9.62)}{\cos(48.20) \cdot \cos(-9.62) \cdot \sin(89.06) + \frac{89.06}{180} \cdot \pi \cdot \sin(48.20) \cdot \sin(-9.62)}$$

= 2,07 – жовтень

$$2 X_{\text{пр}} = \frac{\cos(-5.55) \cdot \cos(-19.19) \cdot \sin(88.06) + \frac{88.06}{180} \cdot \pi \cdot \sin(-5.55) \cdot \sin(-19.19)}{\cos(48.20) \cdot \cos(-19.19) \cdot \sin(88.06) + \frac{88.06}{180} \cdot \pi \cdot \sin(48.20) \cdot \sin(-19.19)}$$

= 3,9 – листопад

$$3 X_{\text{пр}} = \frac{\cos(-5.55) \cdot \cos(-2.82) \cdot \sin(89.72) + \frac{89.72}{180} \cdot \pi \cdot \sin(-5.55) \cdot \sin(-2.82)}{\cos(48.20) \cdot \cos(-2.82) \cdot \sin(89.72) + \frac{89.72}{180} \cdot \pi \cdot \sin(48.20) \cdot \sin(-2.82)}$$

= 1,64 – березень

$$4 X_{\text{пр}} = \frac{\cos(-5.55) \cdot \cos(9.43) \cdot \sin(89.07) + \frac{89.07}{180} \cdot \pi \cdot \sin(-5.55) \cdot \sin(9.43)}{\cos(48.20) \cdot \cos(9.43) \cdot \sin(89.07) + \frac{89.07}{180} \cdot \pi \cdot \sin(48.20) \cdot \sin(9.43)}$$

= 1,13 – квітень

Значення $X_{\text{пр}}$ наведені в таблиці 5.5

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Таблиця 5.5

місяць	жовтень	листопад	березень	квітень	сер
$X_{пр}$	2,07	3,9	1,64	1,13	2,18

5.3 Коефіцієнт перерахунку кількості сонячної енергії

Коефіцієнт перерахунку сонячної енергії з горизонтальної поверхні на похилу поверхню сонячного колектора південною орієнтацією дорівнює сумі трьох складників відповідних прямому, розсіяному та відбитому сонячному випромінюванню:

$$X = (1 - 0.21) \cdot X_{пр} + 0.21 \cdot \frac{1 + \cos\beta}{2} + I_a \cdot \frac{1 - \cos\beta}{2}$$

Де:

I_a – коефіцієнт відбитка(альbedo) поверхні землі і навколишніх тіл 0.45;

$\Psi_{диф}$ – середньомісячна денна кількість розсіяного сонячного випромінювання 0.21.

$$1 X = (1 - 0.21) \cdot 2,07 + 0.21 \cdot \frac{1 + \cos 53.75}{2} + 0.45 \cdot \frac{1 - \cos 53.75}{2} = 2,17 - \text{жовтень}$$

$$2 X = (1 - 0.21) \cdot 3,9 + 0.21 \cdot \frac{1 + \cos 53.75}{2} + 0.45 \cdot \frac{1 - \cos 53.75}{2} = 3,61 - \text{листопад}$$

$$3 X = (1 - 0.21) \cdot 1,64 + 0.21 \cdot \frac{1 + \cos 53.75}{2} + 0.45 \cdot \frac{1 - \cos 53.75}{2} = 1,83 - \text{березень}$$

$$4 X = (1 - 0.21) \cdot 1,13 + 0.21 \cdot \frac{1 + \cos 53.75}{2} + 0.45 \cdot \frac{1 - \cos 53.75}{2} = 1,42 - \text{квітень}$$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

Значення X наведені в таблиці 5.6

Таблиця 5.6

місяць	жовтень	листопад	березень	квітень	сер
X	2,17	3,61	1,83	1,42	2,25

Середньомісячна потужність сонячної радіації

Кінцеву середньодобову потужність сонячної радіації $E_{\text{нп}}$, що приходить на нахилену поверхню розраховують за формулою:

$$E_{\text{нп}} = X \cdot E_{\text{міс}} \text{ (Дж/м}^2 \cdot \text{міс)}$$

Де:

$E_{\text{міс}}$ – щомісячний прихід сонячної енергії на 1 м².

$$1 E_{\text{нп}} = 2,17 \cdot 1,22 \cdot 10^8 = 2,64 \cdot 10^8 \text{ (Дж/м}^2 \cdot \text{міс)} - \text{жовтень}$$

$$2 E_{\text{нп}} = 3,61 \cdot 0,78 \cdot 10^8 = 2,81 \cdot 10^8 \text{ (Дж/м}^2 \cdot \text{міс)} - \text{листопад}$$

$$3 E_{\text{нп}} = 1,83 \cdot 2,28 \cdot 10^8 = 4,17 \cdot 10^8 \text{ (Дж/м}^2 \cdot \text{міс)} - \text{березень}$$

$$4 E_{\text{нп}} = 1,42 \cdot 3,7 \cdot 10^8 = 5,254 \cdot 10^8 \text{ (Дж/м}^2 \cdot \text{міс)} - \text{квітень}$$

Значення $E_{\text{нп}}$ наведені в таблиці 5.7

Таблиця 5.7

місяць	жовтень	листопад	березень	квітень
$E_{\text{нп}}$	$2,64 \cdot 10^8$	$2,81 \cdot 10^8$	$4,17 \cdot 10^8$	$5,254 \cdot 10^8$

Середня кількість енергії, що приходить на 1 м^2 нахиленої площини за місяць $E_{\text{нп.ср}}$ дорівнює:

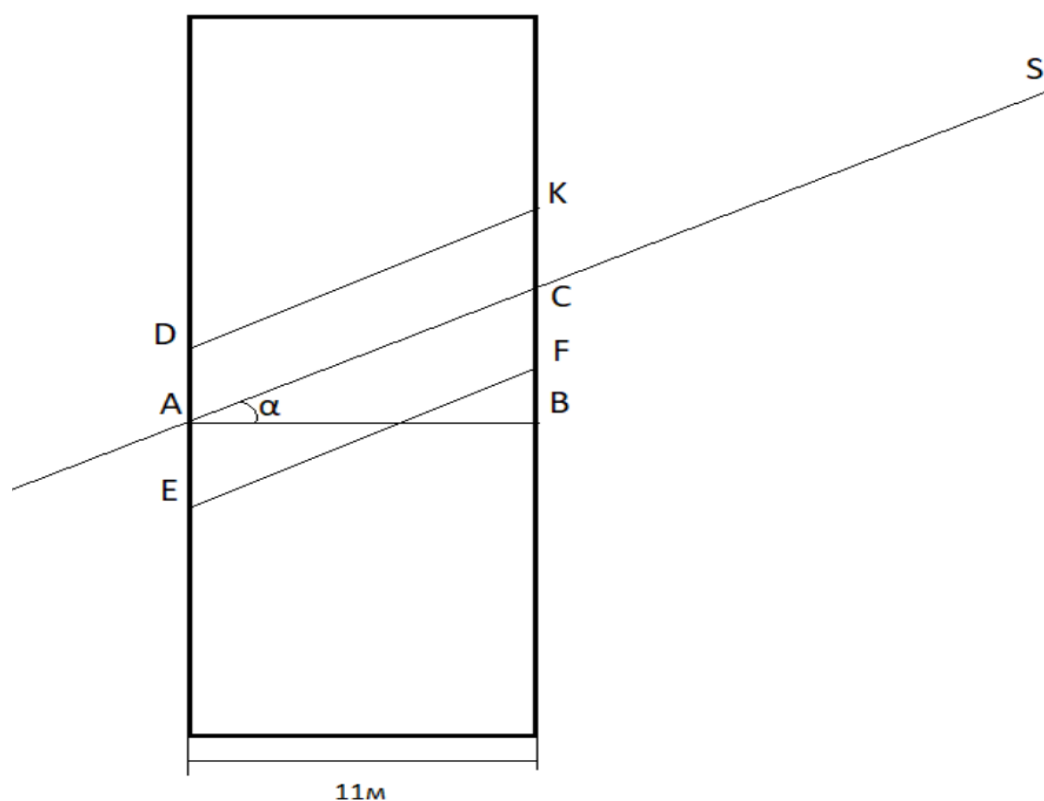
$$E_{\text{нп.ср}} = \frac{E_{\text{сезон}}}{4} = \frac{14,87 \cdot 10^8}{4} = 3,71 \cdot 10^8 \text{ (Дж/м}^2 \cdot \text{міс)}$$

5.4 Розрахунок кількості колекторів

Площа одного сонячного колектора становить 2 м^2 . Довжина колектора становить 2 метри і ширина 1 метр. Загальна площа старого і нового корпусу становить 10931 м^2 . Розрахуємо кількість колекторів для однієї ділянки. За основу нашої ділянки ми візьмемо частину старого корпусу (коридор шириною $10,75 \text{ м}$) представлений на рисунку 5.1

Рисунок 5.1

Коридор старого корпусу



На ділянці EDKF будуть розтошовані колектора які будуть спрямовані на південь. Для того щоб визначити довжину AC, щоб дізнатися скільки колекторів ми зможемо там розташувати, ми візьмемо трикутник ABC і за допомогою формули 5.1 знайдемо довжину.

$$AB = \frac{AC}{\cos \alpha}$$

(5.1)

Де:

α – кут 25° .

AC – ширина коридору 11м.

$$AB = \frac{11}{\cos 25} = 12,2 \text{ м}$$

Розташовувати ми будемо колектора на відстані 2,5м один від одного щоб вони не затемлювали один одного для забезпечення поглинання максимальної кількості енергії. Для того щоб не розташовувати колектора прямо біля країв ми візьмемо по 1м за кожної сторони. Тому на ділянці EDKF ми можемо розмістити 4 колектора площею 2м^2 . Таким чином ми розрахували скільки ми зможемо розмістити колекторів на старому и новому корпусі. Ми можемо розмістити всього 1642 колектори.

5.5 Сумарні втрати теплоти і прихід енергії за 4 місяці

Сумарні витрати теплоти Q за жовтень місяць 2019 року наведені в таблиці 5.8

Таблиця 5.8

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
Q, Дж	$518 \cdot 10^8$	$1813 \cdot 10^8$	$648 \cdot 10^8$	$86 \cdot 10^8$	$1426 \cdot 10^8$	$2594 \cdot 10^8$

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

Сумарні витрати теплоти Q за листопад місяць 2019 року наведені в таблиці 5.9

Таблиця 5.9

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
Q , Дж	$2029 \cdot 10^8$	$820 \cdot 10^8$	$1729 \cdot 10^8$	$3286 \cdot 10^8$	$4453 \cdot 10^8$	$3286 \cdot 10^8$

Сумарні витрати теплоти Q за березень місяць 2019 року наведені в таблиці 5.10

Таблиця 5.10

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
Q , Дж	$3113 \cdot 10^8$	$1814 \cdot 10^8$	$2742 \cdot 10^8$	$1944 \cdot 10^8$	$2333 \cdot 10^8$	$2203 \cdot 10^8$

Сумарні витрати теплоти Q за квітень місяць 2019 року наведені в таблиці 5.11

Таблиця 5.11

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
Q , Дж	$1772 \cdot 10^8$	$431 \cdot 10^8$	$1340 \cdot 10^8$	$1740 \cdot 10^8$	$302 \cdot 10^8$	$129 \cdot 10^8$

Кінцева середньодобова потужність сонячної радіації $E_{\text{нп}}$ за жовтень місяць 2019 року наведені в таблиці 5.12

Таблиця 5.12

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$E_{\text{нп}}$, Дж/м ²	$1496 \cdot 10^8$	$1211 \cdot 10^8$	$1105 \cdot 10^8$	$855 \cdot 10^8$	$890 \cdot 10^8$	$642 \cdot 10^8$

Кінцева середньодобова потужність сонячної радіації $E_{\text{нп}}$ за листопад місяць 2019 року наведені в таблиці 5.13

Таблиця 5.13

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		81

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$E_{\text{нп}},$ Дж/м ²	$1126 \cdot 10^8$	$948 \cdot 10^8$	$830 \cdot 10^8$	$711 \cdot 10^8$	$474 \cdot 10^8$	$535 \cdot 10^8$

Кінцева середньодобова потужність сонячної радіації $E_{\text{нп}}$ за березень місяць 2019 року наведені в таблиці 5.14

Таблиця 5.14

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$E_{\text{нп}},$ Дж/м ²	$841 \cdot 10^8$	$901 \cdot 10^8$	$1051 \cdot 10^8$	$1172 \cdot 10^8$	$1383 \cdot 10^8$	$1502 \cdot 10^8$

Кінцева середньодобова потужність сонячної радіації $E_{\text{нп}}$ за квітень місяць 2019 року наведені в таблиці 5.15

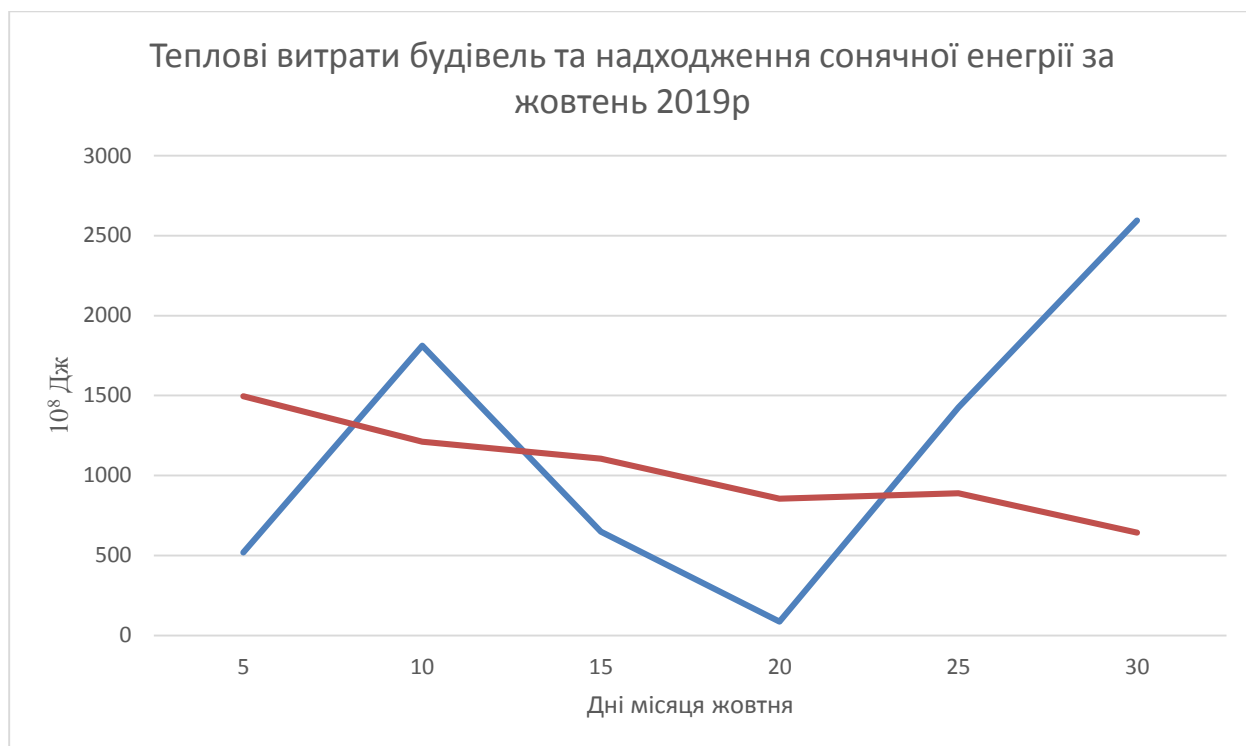
Таблиця 5.15

Дні	1-5 день	5-10 день	10-15 день	15-20 день	20-25 день	25-30 день
$E_{\text{нп}},$ Дж/м ²	$1119 \cdot 10^8$	$1375 \cdot 10^8$	$1399 \cdot 10^8$	$1422 \cdot 10^8$	$1586 \cdot 10^8$	$1492 \cdot 10^8$

За цими даними побудуємо графіки теплових витрат будівлі та надходження сонячної енергії за жовтень(5.1), листопад(5.2), березень(5.3) та квітень (5.4):

Графік 5.1

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



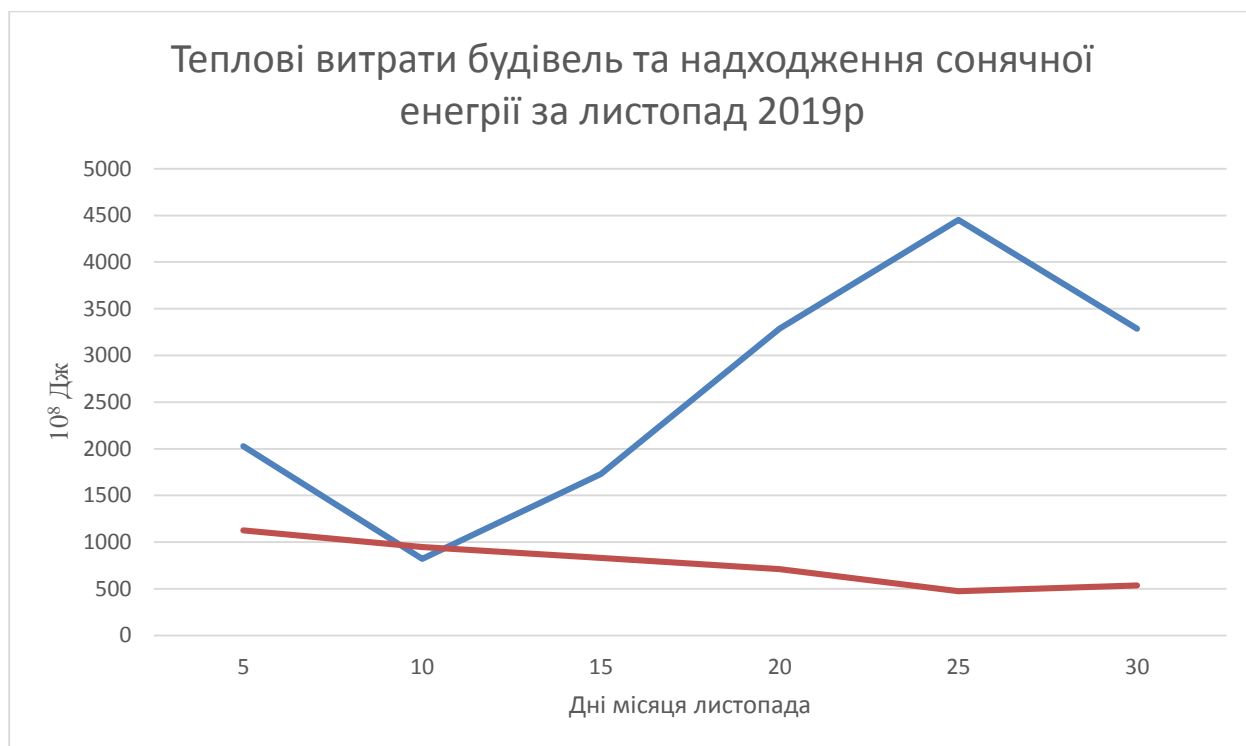
Де:

— - витрати тепла Q;

— - прихід сонячної енергії.

Графік 5.2

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

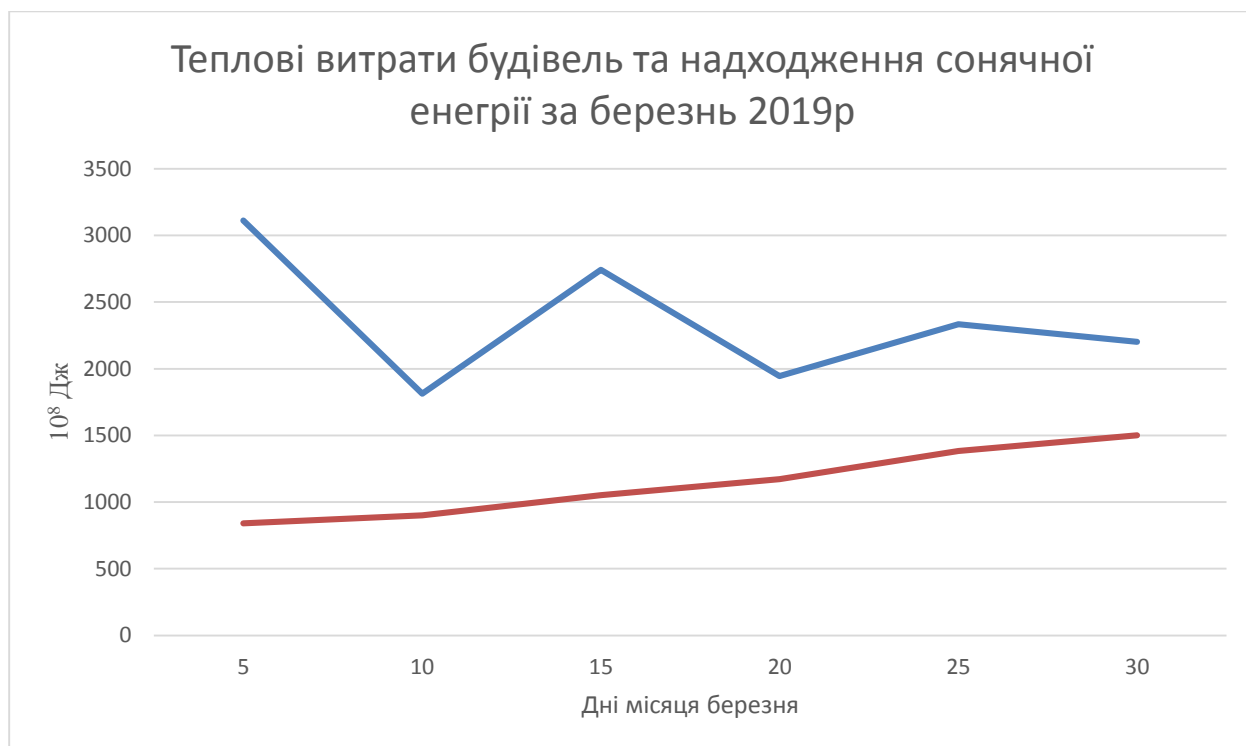


Де:

— - витрати тепла Q;

— - прихід сонячної енергії.

Графік 5.3

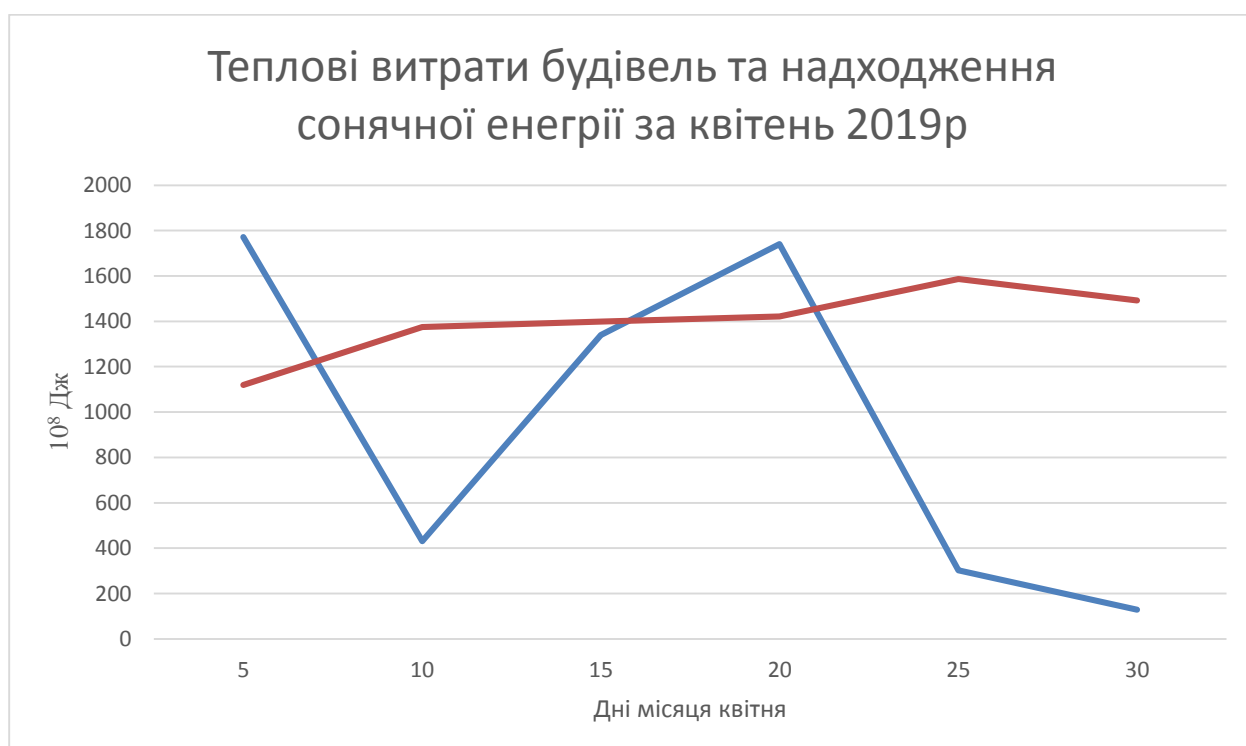


Де:

— - витрати тепла Q;


— - прихід сонячної енергії.

Графік 5.4



Де:

 - витрати тепла Q;

 - прихід сонячної енергії.

З графіків ми можемо зробити висновок що ми зможемо отоплювати старий і новий корпус ДНУЗТа в період з 13 по 23 квітня і з 7 квітня по 17 квітня.

Сумарно отполення за рахунок сонця становить 20 днів. Таким чином ми заощадимо 4000м³ газу восени і 5000м³ весною.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Техніка безпеки при складанні геліоколектора

Для більш якісного розглядання техніки безпеки при складанні геліоколектора треба розглянути технологічний процес складання.

№	Найменування операції
1	Підготовча операція
2	Установка ізоляції
3	Установка теплоприймальної поверхні
4	Контрольна операція
5	Закріплення штуцерів
6	Установка кришки корпусу
7	Обробка після пайки
8	Пайка кришки та корпусу
9	Установка кріплень
10	Контрольна операція

При виконанні кожної вище представленої операції треба дотримувати мери безпеки, які допоможуть уникнути травм робітниками при складанні ГК.
Розглянемо мери безпеки по операційно:

1. Підготовча операція.

Ця операція включає в себе декілька операцій а) отримання необхідних компонентів, та комплектуючих –розумне транспортування необхідних комплектуючих та деталей, які застосовуються при складанні. Деякі з цих деталей мають значну вагу, тому їх рекомендовано до місця складання транспортувати за допомогою спеціального обладнання забороняється переносити грузи над місцями роботи, та пересуванням людей. Прилади, які забезпечують транспортування, повинні проходити технічний огляд. В тому

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

випадку, коли транспортування ведеться вручну, це слід робити обережно; б) підготовка стола до роботи – стіл, на якому буде проводитися зборка геліокоректора, повинен бути вільний від інструментів. Зайві інструменти, при падінні, можуть викликати травму. Пил та стружку, які можуть бути на столі, забороняється змивати руками, та здувати. Для цього застосовується спеціальні щитки; в) налаштування необхідного обладнання для праці – при складанні геліоколектора усе обладнання, яке стане у пригоді потрібно перевірити до початку праці. Механічний інструмент повинен біти цілим та якісним. Електричний інструмент повинен відповідати усім нормам техніки безпеки (не повинно бути неізолюваних проводів, корпус електричної устнановки повинен бути заземлений, в наявності повинна бути автоматична, та аварійна система відключення струму);

2. Установка ізоляції.

В залежності від теплоізоляції можна і розрізняти різні засоби техніки безпеки. При застосуванні теплоізоляції зі скловати, треба захистити відкриті ділянки шкіри, та очі. Цього можна досягти застосуванням спеціального одягу, та окулярів. Але в даному випадку теплоізоляція виготовляється з екструдованого пенополістіролу, який нешкідливий для здоров'я людини, яка з ним працює, і тому особливих заходів по техніці безпеки для установки теплоізоляції непотрібно.

3. Установка теплоприймаючої поверхні.

Теплоприймаюча поверхня, хоча і виготовляються з пластини, та має невелику(відносно) масу, але розміри її достатньо великі(2,25м) тома для установки теплоприймаючої поверхні потрібна обережність при роботі, та знання елементарних норм безпеки.

4. Контрольна операція

Так як ця операція являє собою візуальний огляд правильності складання геліоколектора, то вона не потребує ніяких засобів безпеки.

5. Закріплення штуцерів.

В даному виді геліоколектора штуцер закріплюється у корпусі, герметиком. Хоча герметик не є токсичним, не рекомендоване його попадання в очі, та довгий контакт з відкритими ділянками шкіри.

6. Установка кришки корпуса.

Так як кришка вже має скло, то рекомендовано обережно встановлювати її, щоб не розбити скло, що може привести до травми. Для установки кришки корпусу достатньо дотримання елементарної техніки безпеки.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

7. Пайка кришки, та корпусу.

Так як пайка здійснюється при високих температурах, то цей процес є джерелом інфрачервоного випромінювання. Джерелом живлення паяльної установки є електричний струм. При паянні виділяються летучі речовини. Усі шкідливі дії, які названі вище, мають різні методи захисту. Захист від інфрачервоного випромінювання:

- 1) Зменшення інтенсивності випромінювання в джерелі
- 2) Зменшення часу дії інфрачервоного випромінювання
- 3) Захист відстанню
- 4) Використання захисних екранів
- 5) Використання засобів індивідуального захисту
- 6) Використання систем охолодження

Захист від враження електричним струмом:

- 1) Забезпечення недоступності токоведучих частин. Які знаходяться під струмом
 - 2) Електричне розділення мережі
 - 3) Застосування малої напруги
 - 4) Застосування двійної ізоляції
 - 5) Захист заземленням, зануленням, захисні відключення
 - 6) ЗІЗ – засоби індивідуального захисту: гумові рукавиці, гумове взуття, спеціальний гумовий коврик на місці роботи
- ## 8. Обробка після пайки

Цей процес пов'язаний із механічною обробкою шва після пайки. Механічна обробка ведеться інструментом із гострою ріжучою кромкою – що може привести до травм. Потрібно, або замінити ріжучий інструмент на більш безпечний, або при роботі дотримувати мери безпеки.

9. Установки кріплень

Для швидкої установки укріплень застосовують гайковерт. Усі гайковерти живляться від акумуляторної батареї, але при заряді акумулятора потрібно дотримувати мери безпеки з електричним обладнання. На застосовувати гайковерт для операцій, до яких він не призначається.

10. Контрольна операція

Так як і операція №4, ця операція не потребує ніяких засобів безпеки. Треба додати, що освітлення промислових приміщень теж регулюється нормами охорони праці. При освітленні промислових приміщень застосовують природне

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		89

освітлення (яке дає сонце), та штучне здійснюється електричними лампами, або застосовують комбіноване освітлення.

2 Захист персоналу від ураження електричним струмом

До захисних засобів від дотику до струмоведучих частин електроустановок відносяться:

1 Ізоляція

2 Заземлення

3 Огорожі

4 блокування

5 Індивідуальні електрозахисні засоби(рукавички, калоші і т.д.)

6 Сигналізація і плакати

Захистом від напруги, що з'явилася на корпусах електроустановок в результаті порушення ізоляції служать:

1. Захисне заземлення – навмисне електричне з'єднання із землею металевих частин що не проводять струм, які можуть виявитися під напругою.
2. Занулення навмисне з'єднання корпусу електроустановок з нульовим дротом від заземленої наглухо нейтралі джерела живлення.
3. Захисне відключення автоматичне відключення всіх фаз ділянки мережі, забезпечуючи безпечне для людини поєднання сили струму і часу його протікання при замиканні на корпус або пошкодженні ізоляції.

Заземлені конструкції що знаходяться в приміщеннях (батареї опалювання, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном і т.д.) повинні бути надійно захищені діелектричними щитками або сітками від випадкового дотику. Також важливим фактором є атмосферна електрика. Для запобігання попадання блискавки в обладнання розташоване на даху будівлі застосовуються блискавковідводи, які є різновидом систем заземлення.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		90

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Авезов Р.Р. Системы солнечного тепло- и хладоснабжения / Р.Р. Авезов, М.А. Барский-Зорин, И.М. Васильева и др.; под. ред. Э.В. Сарнацкого, С.А. Чистовича. – М.: Стройиздат 1990. -328с.
2. Опис клімату Дніпропетровська – електронний ресурс – точка доступу: <http://www.meteoprog.ua/ua/climate/Dnepropetrovsk/>
3. Рабінович М.Д. Розрахунок установок сонячного гарячого водопостачання / М.Д. Рабінович. – Київ: КНУБА, 2004. – 24с.
4. Танака С. Жилые дома с автономным солнечным теплохладоснабжением / Танака Сонроку, Суда Рейдзи; перевод Е.Н. Успенской, под ред. М.М. Колтуна, Г.А. Гухмана. – М.: Стройиздат 1989. -185с.
5. Трофименко А.В. Методичні вказівки до розрахунку сонячного колектора / А.В. Трофименко. – Д.: ДНУ, 2006. -24с.
6. Даффи Дж. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии / Дж. Даффи, У.А. Бекман; *Перевод с английского под. ред. Ю.Н. Малевского.* – М.: Мир, 1977. -312с.
7. Теплова ізоляція будівель: ДБН В.2.6-31:2006) – [Чинний від 09.09.2006 р.] - К: Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України.
8. Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії. Колектори сонячні плоскі. Методи випробувань : ДСТУ 4034-2001(ГОСТ 30757-2001) – [Чинний від 2002-01-01]. -К:Держстандарт України, 2001. -32с.: табл.. – (Національні стандарти України).
9. Конструкції будівель і споруд. Теплова ізоляція будівель : ДБН 2.6.31-2006 – [Чинний від 2007-01-01]. -К:Держстандарт України, 2006. -72с.: табл. – (Національні стандарти України).
10. Низкозамерзаючий теплоноситель на основе пропиленгликоля марок "ХНТ" / ООО «СПЕКТРОПЛАСТ» [електронний ресурс]. – режим доступу: http://www.splast.ru/a1_3.htm.
11. Михеев М.А. Основы теплопередачи / М.А. Михеев, И.М. Михеева – М.: Энергия, 1973, -320с.
12. Баскаков А.П. Теплотехника / А.П. Баскаков, В.Б. Берг, О.К. Витт, и др.: Под

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		91

ред.. А.П. Баскакава. – 2е узд., перераб. – М.:Єнергоатомиздат, 1991. -224с.

13.Авчухов В.В. Задачник по процессам тепломасообмена / В.В. Авчухов, Б.Я. Паюсте : учеб. пособие для вузов –М.:Єнергоатомиздат, 1986 -144с.

					025.150094.MP.2020.001	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

