

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім.
Ю.М.ПОБЕБНІ
Кафедра Теплоенергетики та гідроенергетики

З В І Т
З ВИРОБНИЧОЇ ПЕРЕДДИПЛОМНОЇ ПРАКТИКИ

термін з 14.11 2022 р. по 11.12 2022 р.

на (в) Лабораторія технічних процесів і установок ІННІ ім. Ю.М. Потебні
(найменування бази практики)

Виконав (ла)

студ. гр. 8.1442
(шифр групи)

_____ (підпис)

Крутьєв М.І.
(прізвище, ініціали)

**Керівник практики
від підприємства**

_____ (посада)

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

М/П

**Керівник практики
від інституту**

ст. викладач
(посада)

_____ (підпис)

Чижов С.Є.
(прізвище, ініціали)

Члени комісії

_____ (посада)

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

_____ (посада)

_____ (підпис)

_____ (прізвище, ініціали)

Оцінка

За шкалою ВНЗ	За шкалою ECTS	За нац. шкалою

Залікова оцінка з практики

Запоріжжя

2022р.

РЕФЕРАТ

Звіт з практики містить 32 сторінок, 5 рисунки, 15 таблиць, 39 джерел посилання.

СОНЯЧНИЙ КОЛЕКТОР, НАВАНТАЖЕННЯ НА ГАРЯЧЕ ВОДОПОСТАЧАННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ; ВІДЧИСТНА СТАНЦІЯ; ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ.

Метою виробничої практики є набуття знань з дисциплін інженерного циклу, а також збір матеріалу стосовно кваліфікаційної роботи на тему «Дослідження шляхів енергозбереження побутових приміщень бази відпочинку «Металург»».

За період виробничої практики зроблений огляд нормативних документів, щодо розрахунків геліосистеми. В роботі наведено шляхи енергозбереження на базі відпочинку «Металург» смт Кирилівка. Розглянуто дві схеми використання альтернативної енергії.

ЗМІСТ

1. ХАРАКТЕРИСТИКА ДОСЛІДЖУВАЛЬНОГО ОБ'ЄКТА	4
1.1 Опис об'єкта Пансіонат «Жовтневий»	6
1.2 Теоретичні відомості про колектори	11
1.3 Визначення параметрів для розрахунку геліосистеми.....	16
1.4 Параметри необхідні для розрахунку енергетичних характеристик.....	26
1.5 Знаходження необхідної площі колекторів для покриття навантаження ..	28
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	32

1 ВИКОРИСТАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ НА ДОСЛІДЖУВАЛЬНОМУ ОБ'ЄКТІ

1.1 Техніко-енергетична характеристика пансіонату «Жовтневий»

Розташований пансіонат «Жовтневий» в Запорізькій області, на території селища міського типу Кирилівка.

Кліматичний район III В

Швидкісний напір вітру 36 кгс/м³

Нормативне снігове навантаження 50 кгс/см²

Нормативна глибина промерзання не більше 0,8 м

Сейсмічність вище 6 балів не буває

Розрахункова температура зовнішнього повітря 19С

Для клімату Азовського моря характерні дуже тепле літо та помірно м'яка похмура зима. Оскільки Азовське море розташоване на південній периферії помірних широт, провідну роль у формуванні клімату моря грає радіаційний фактор. Річна кількість сумарної радіації складає 4850 МДж/м². Тільки чверть цієї суми становить розсіяна, основна ж кількість припадає на частку прямої сонячної радіації.

В осінньо-зимовий період радіаційний баланс від'ємний, проте його величина незначна. Тепловий баланс в середньому за рік більше нуля в центральній частині Азовського моря і менше нуля в прибережній мілководній частині моря.

За даними берегових гідрометеостанцій, середньорічна швидкість вітру становить 4,5- 6,4 м /с і зростає до 7,5 м /с в центральному районі Азовського моря.

Мінімум швидкості вітру припадає на липень - серпень, максимум на грудень- березень. Сезонний хід температур повітря в північній частині моря 22 С в липні. Пансіонат має вихід до моря, тому потрібно враховувати підвищену вологість і солевміст повітря в розрахунках.

Пансіонат «Жовтневий» є санаторієм закритого типу сезонної дії, призначеним для відпочинку працівників концерну «Міські теплові мережі» з сім'ями, на 150 місць. Для відпочинку працівників надані номери різного ступеня комфорту:

- однотипні одноповерхові житлові будиночки;
- три двоповерхових корпуси.

Тип номерів: дво, трьох, п'яти- місні номери зі зручностями, меблею, меблі кухонні, холодильник, плитка електрична/УС, мийка, душ. Вода холодна постійно.

Спальні будиночки призначені для літнього функціонування.

Інфраструктура: медпункт, безкоштовна стоянка, умови для самостійного готування їжі, волейбольний майданчик, дитячий майданчик.

Пляж: власний, пісок, обладнаний тіншовими навісами, роздягальнями.

Харчування- самостійне.

На території пансіонату обладнана стоянка для транспорту, сучасний дитячий майданчик, волейбольний майданчик, тераса з виходом на море, великий пляж з навісами для комфортного відпочинку.

Для забезпечення нормальних санітарно - гігієнічних умов і мікроклімату на території передбачені заходи по благоустрою та озелененню. Усі проїзди і майданчики запроектовані з безпилім покриттям, відкрита система водовідведення також сприяє зменшенню пилоутворення. По периметру території огорожа з металевих сітчастих панелей з воротами на в'їзді.

З огляду на вартість електроенергії, керівництво концерну «Міські теплові мережі» вирішило більш доцільним встановлення сонячних колекторів взамін водонагрівачів. Тому планується встановлення сонячних колекторів на окремо розташовані будинки.

Енергетичне навантаження на пансіонат залежить від кількості відпочиваючих, тому необхідно враховувати середню кількість людино-днів за минулі роки. Період роботи пансіонату 3 місяці.

У таблиці 1.1 наведено енергетичне навантаження пансіонату за минулий рік. Скорочення ЖБВ позначає жидкі битові відходи.

Таблиця 1.1 – Енергетичне навантаження пансіонату «Жовтневий»

Місяць	Кількість людей	Людино-доба	Електрична енергія, кВт·год	Обсяг води, м ³	ЖБВ, м ³
червень	522	1523	4800	200	190
липень	540	4504	8029	410	390
серпень	594	4082	6706	390	370
вересень	97	410	1028	50	90

Витрата бензину за сезон на базі відпочинку 2060 л/рік. Розглянемо декілька схем використання альтернативної енергії на базі відпочинку. Перша схема представляє собою сукупність сонячних колекторів які розміщуються на даху. Друга схема полягає в частковому заміщенні електроенергії за допомогою сонячних колекторів невеликої площі. Також розглянемо інші шляхи енергозбереження в пансіонаті «Жовтневий» смт Кирилівка.

Так як рекомендується в першу чергу забезпечувати гаряче водопостачання за рахунок сонячної енергії [1], то розрахуємо норми навантаження гарячого водопостачання для пансіонату [2].

Розрахунок навантаження водопостачання по наступній формулі, ГДж

$$Q_{г.в.} = \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N,$$

де ρ – щільність води $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$;

C_p – теплоємність води $C_p = 4187 \text{ Дж/(кг} \cdot \text{К)}$;

$V_{г.в.}$ – добова витрата гарячої води на людину, м^3 ; [1]

$T_{г.в.}$ – температура гарячої води $T_{г.в.} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$;

$T_{х.в.}$ – температура холодної води, для літніх місяців $T_{х.в.} = 15 \text{ }^\circ\text{C}$;

N – кількість людинодіб.

За червень місяць, ГДж

$$\begin{aligned} Q_{г.в.} &= \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N = \\ &= 1000 \cdot 4187 \cdot 0,03 \cdot (55 - 15) \cdot 1523 / 1000000000 = 6,696. \end{aligned}$$

Розрахунок навантаження водопостачання за липень місяць, ГДж

$$\begin{aligned} Q_{г.в.} &= \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N = \\ &= 1000 \cdot 4187 \cdot 0,03 \cdot (55 - 15) \cdot 4504 / 1000000000 = 19,801. \end{aligned}$$

Розрахунок навантаження водопостачання на серпень місяць, ГДж

$$\begin{aligned} Q_{г.в.} &= \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N = \\ &= 1000 \cdot 4187 \cdot 0,03 \cdot (55 - 15) \cdot 4082 / 1000000000 = 17,946. \end{aligned}$$

Розрахунок навантаження водопостачання на серпень місяць, ГДж

$$\begin{aligned} Q_{г.в.} &= \rho C_p V_{г.в.} (T_{г.в.} - T_{х.в.}) N = \\ &= 1000 \cdot 4187 \cdot 0,03 \cdot (55 - 15) \cdot 410 / 1000000000 = 1,803. \end{aligned}$$

Річне сумарне навантаження на $\Sigma Q_{Г.В.} = 46,246$ ГДж

Функціональна схема геліосистеми для гарячого водопостачання має такий вигляд

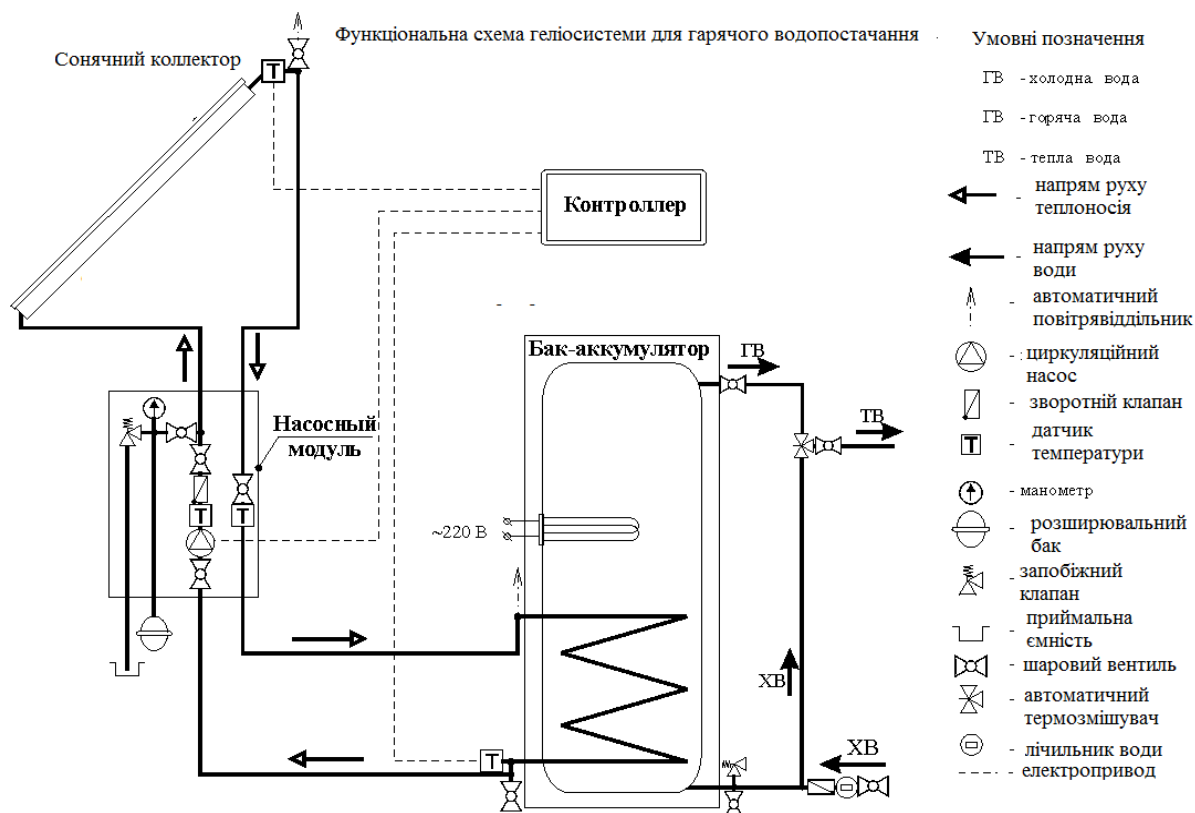


Рисунок 1.2 - Функціональна схема геліосистеми для гарячого водопостачання

1.2 Теоретичні відомості про сонячні колектори

Сонячна енергія може бути використана для отримання низько потенційної теплоти або електроенергії. Для вироблення теплоти застосовуються сонячні плоскі колектори. Які встановлюють на даху нерухомо, під кутом до горизонту рівним широті місцевості мінус 15° .

Сонячний колектор Altek AC-VG-25 - альтернативна інноваційна система, що забезпечує гаряче водопостачання вашого басейну. Система

може забезпечувати нагрівання води тільки в теплу пору року, з квітня по жовтень. Сонячний колектор Altek AC-VG-25 має безнапірні подачу води і призначений для великих обсягів гарячої води. Підходить для системи "тепла підлога", застосовується в теплицях і оранжереях. На сьогоднішній день ця технологія набула широкого поширення і користується високим попитом серед жителів України.

Сонячний колектор Altek AC-VG-25 складається з полегшеної рами, в якій знаходиться 25 трубчастих елементів і каркасом для їх установки. Горловиною герметично вставлені в корпус, а нижнім кінцем закріплені на рамі колектора. Для зменшення тепловтрат, корпус зовні покритий ізолюючим шаром пінополіуретану. Трубчастий елемент (ALN / AIN-SS / Cu) діаметр 58 мм, довжина 1800 мм., складається з 2-х трубок, простір між зовнішньою і внутрішньою трубкою заповнене вакуумом. Обидві трубки виготовлені з міцного скла. Зовнішня трубка прозора, а на внутрішню трубку нанесено спеціальне багатошарове селективне покриття для кращого поглинання сонячного тепла і нагрівання води, що циркулює. Через те, що гаряча рідина легше, ніж холодна, гаряча природним чином циркулює до верху трубки, а холодна - до низу трубки. Така циркуляція рідини обґрунтована різницею температур. У колектор циркуляційним насосом примусово подається холодна вода, яка циркулює вниз трубки, тим самим виштовхуючи з трубки і іншого кінця колектора підігріту до 90 градусів воду.

Ефективність застосування сонячних колекторів залежить від рівня сонячної інсоляції, який в різних регіонах України різний.



Рисунок 1.3 - Вакумний сонячний колектор Altek AC-VG

Сезонний сонячний колектор Sunrain TZL58 / 1800-20E - альтернативна інноваційна система нагрівання води, що забезпечує гаряче водопостачання в літній період, з квітня по жовтень. Ідеально підходить для літніх душових, а також Вашого будинку або котеджу. Система може забезпечувати гарячою водою літній басейн, підходить для системи "тепла підлога", застосовується в теплицях і оранжереях. Сонячний колектор Sunrain TZL58 / 1800-20E належить до типу безнапірних вакуумних термосифонних геліосистем з напірним теплообмінником. На сьогоднішній день ця технологія набула широкого поширення і користується високим попитом серед жителів України.

Сонячний колектор Sunrain TZL58 / 1800-20E складається з панелі, в якій знаходиться 20 трубчастих елементів і накопичувального бака, в якому знаходиться мідна трубчаста спіраль, яка виконує роль теплообмінника. Трубчастий елемент складається з 2-х трубок, простір між зовнішньою і внутрішньою трубкою заповнене вакуумом. Обидві трубки виготовлені зі скла. Зовнішня трубка прозора, а на внутрішню нанесено спеціальне покриття для кращого поглинання сонячної енергії. За внутрішнім скляним

трубках природним чином циркулює звичайна вода, можна також замінити антифризом, який швидко нагрівається від сонячної енергії. Всі трубки з'єднані з накопичувальним баком. Бак складається з приймального бачка з відтинає клапаном, зовнішнього резервуара і внутрішнього мідного трубчастого спірального змієвика, до якого підключається централізована система подачі води. Зовнішній резервуар складається з двох шарів, порожнину між якими заповнена поліуретаном для теплоізоляції. Внутрішній бак, в якому циркулює звичайна вода, виготовлений з нержавіючої сталі; зовнішній зі звичайного металу, пофарбованого порошковою фарбою. Вода, що проходить під напором через мідний змієвик, нагрівається від температури рідини, що нагрівається від сонячного тепла в колекторі, і в кінцевому підсумку надходить у споживання.



Рисунок 1.4 - Сезонний колектор Sunrain TZL58 / 1800-20E

Безнапірний сезонний колектор з теплообмінником Sunrain TZL58 / 1800-30E (30 трубок) зображено на рис.1.5. Sunrain - великий виробник обладнання для сонячних систем. Компанія базується в Китаї і випускає широкий асортимент сонячних колекторів та теплових насосів для опалення

та ГВП. Продукція цієї торгової марки вдало поєднує високу ефективність, відмінні експлуатаційні характеристики і низьку вартість, завдяки чому користується в Україні чималим попитом.

Призначення Sunrain TZL58 / 1800-30E - термосифонний сонячний колектор з мідним теплообмінником, 30 вакуумними трубками і 300-літровим накопичувальним баком з нержавіючої сталі. Підходить для сезонного нагріву води для ГВП, підігріву води в літньому басейні. Незалежний від електрики, працює за рахунок природної гравітації, тому ідеальний для установки на дачах і віддалених від централізованих комунікацій сезонних об'єктах (санаторіях, будинках відпочинку і тощо). Ефективний влітку і в міжсезоння.



Рисунок 1.5 - Сонячний колектор термосифонний Sunrain TZL58 / 1800-30E

Сезонний безнапірний сонячний колектор працює за принципом термосифона (звідси і назва). Це означає, що вода всередині труб розподіляється за принципом різниці температур - гаряча піднімається вгору

(в накопичувальний бак), а холодна - вниз (по вакуумним трубкам). Холодна вода з водопроводу потрапляє в спіральний теплообмінник всередині бака, нагрівається за рахунок сонячного тепла, накопиченого в баку, а потім надходить на точки розбору гарячої води. Дана циркуляція води постійно повторюється під впливом сонячного випромінювання. Оскільки всередині системи циркулює безпосередньо вода, то використовується такий сонячний колектор тільки в теплу пору року. Вакуум між трубками і теплоізоляція дозволяє зменшити тепловтрати та знімати до 95% сонячного тепла.

Накопичувальний бак сонячного колектора Sunrain TZL-30E двошаровий об'ємом 300 літрів. Внутрішні стінки виконані з харчової нержавіючої сталі товщиною 0,5 мм, зовнішній - з пофарбованої сталі 0,4 мм. Для додаткового захисту від корозії всередину вбудований магнісвий анод.

Між стінками прокладена поліуретанова теплоізоляція товщиною 50 мм. Вона зводить тепловтрати до мінімуму і дозволяє підтримувати температуру теплоносія до 48 годин.

Для нагрівання води використовується 30 вакуумних трубок. Зовнішня колба прозора, на внутрішню нанесено високоселективним покриття, яке ефективно поглинає сонячне світло і таким чином підвищує продуктивність колектора.

Нагрівання води відбувається в мідному теплообміннику, проточно, всередині бака, що гріє воду від сонячного випромінювання.

Рама сталева (товщина металу 1,5 мм). Розрахована на монтаж на дах під кутом 45 градусів.

Конструкція стійка до фізичних навантажень, в тому числі вітри і граду.

Для більш продуктивного і комфортного використання безнапірного термосифонного колектора можна придбати електронний контролер (модель SR-500) і ТЕН на 1,5 кВт.

1.3 Визначення параметрів для розрахунку геліосистеми

Поглинаюча здатність або оптичний ККД сонячного колектора позначається як $(\overline{\alpha\tau})$. Відношення $(\overline{\alpha\tau})$ залежить від кута падіння сонячного випромінювання (прямого і розсіяного), який може мінятися протягом дня від 0 до 90°, що призводить до зміни значення від 0 до 1. При розрахунку енергетичних характеристик геліоустановки з метою спрощення методики ми нехтували цією залежністю і користувалися усередненими значеннями $(\overline{\alpha\tau})$.

Залежно від орієнтації колектора і часу року середньомісячне значення $(\overline{\alpha\tau})$ може бути значно нижче, ніж у випадку, коли сонячна радіація падає нормально до поверхні колектора. Спрощений метод визначення середньомісячного значення $(\overline{\alpha\tau})$ полягає в наступному. Коли колектор звернений своєю поверхнею на південь з відхиленням від південного напрямку в межах $\pm 15^\circ$ при куті нахилу до площини горизонту, рівному ширині місцевості $\pm 15^\circ$, то $(\overline{\alpha\tau})_0 = (\overline{\alpha\tau}) / (\overline{\alpha\tau})_{\text{норм}} = 0,96$ для сонячного колектора з одношаровим прозорим покриттям і $(\overline{\alpha\tau})_0 = 0,94$ для колектора з двошаровим прозорим покриттям (для всіх місяців року).

У разі, якщо кут нахилу сонячного колектора до горизонтів відхиляється від значення широти більш, ніж на 15° , то значення $(\overline{\alpha\tau})_0$ може бути обчислено як функція середньовиважених значень прямого, дифузійного і відбитих компонентів радіації.

У формули для розрахунку усереднених характеристик систем сонячного теплопостачання входять $F_R \overline{U}$, $F_R \overline{(\alpha\tau)}$, які можуть бути визначені за виразами:

$$F_R \overline{U} = F_R \overline{U} F_R' / F_R,$$
$$F_R \overline{(\alpha\tau)} = F_R \overline{(\alpha\tau)}_{\text{норм}} (F_R' / F_R) [(\overline{\alpha\tau}) / (\overline{\alpha\tau})_{\text{норм}}]$$

де $(\overline{\alpha\tau})_0$ визначається як було зазначено раніше; $F_R' / F_R = F_R \overline{U}$, $F_R (\overline{\alpha\tau})_{\text{норм}}$ — за результатами випробувань колектора.

Температуру зворотної води, яка надходить в бак-акумулятор з системи теплопостачання потрібно приймати:

для геліоустановок, що забезпечують навантаження гарячого водопостачання, рівною температурі водопровідної води (залежно від пори року)

$$\overline{T}_{cp} = (1 - \beta)\overline{T}_{об} + \beta\overline{T}_X,$$

де β — частка теплового навантаження гарячого водопостачання.

Середні місячні значення денних приходів сонячної радіації на горизонтальну поверхню відомі для багатьох географічних пунктів, тоді як таких даних для похилій поверхні немає. Порівняння розрахункових і експериментальних даних вченими дозволило зробити висновок про можливість застосування цього методу для розрахунку парафій радіації на похилі поверхні, орієнтовані в південно-східному або південно-західному напрямку.

Метеорологічні дані по місяцям для смт Кирилівка наведено у таблиці 1.2.

Розрахунки ведемо для червня місяця. Для решти місяців розрахунок аналогічний і виробляється в програмному забезпеченні Microsoft Excel.

Таблиця 1.2 - Метеоданні по місяцям для смт Кирилівка

Місяць	Червень	Липень	Серпень	Вересень
Н	27,64	28,7	25,28	18,27
Нд	6,55	5,58	4,68	4,18
Кт	0,67	0,72	0,73	0,68
n ^{cc}	315	345	318	257
Тв	23,4	26,5	26,3	17,3

Для колектора типу Altek AC-VG, користуючись нормативною документацією фірми-виробника, знаходимо значення

$$F_R(\tau\alpha)' = F_R(\tau\alpha) \cdot \frac{F_R'}{F_R} \cdot \frac{\tau\alpha'}{\tau\alpha} = 0,81 \cdot 0,99 \cdot 0,95 = 0,761805$$

$\frac{\tau\alpha'}{\tau\alpha}$ - прихід сонячної радіації на похилу поверхність;

Відношення ККД колектора до втрат

$$F_R(\tau\alpha)_n = 0,7618 \quad F_R U_L = 3,168$$

$$\bar{H}_T = \bar{R} \cdot \bar{H},$$

де \bar{H} - середньомісячний денний прихід сумарної радіації на горизонтальну поверхню, МДж/ (м² діб);

\bar{R} - ставлення середньомісячних денних парафій сумарної радіації на похилу і горизонтальну поверхні.

Щоб визначити \bar{R} , потрібно знати складові потоку сонячної радіації:

- пряму;
- дифузійну;
- відбиваючу.

Пряме випромінювання викликає відкидання тіні освітлюваним сонцем предметом. Дифузне - відбивається і розсіюється хмарами і пилом, перш ніж досягає поверхні землі, і на відміну від прямого випромінювання, не призводить до утворення тіней. Третя складова - це випромінювання, відбите від землі на поверхню колектора.

Підсумувавши ці складові, величину \bar{R} можна представити у вигляді

$$\bar{R} = \left(1 - \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}}\right) \bar{R}_b + \frac{\bar{H}_d}{\bar{H}} \frac{1 + \cos \beta}{2} + \rho \frac{1 - \cos \beta}{2}$$

де \bar{H}_d - середньомісячний денний прихід дифузійної радіації на горизонтальну поверхню, кДж/(м² діб);

\bar{R}_b - ставлення середньомісячних приходів прямої радіації на похилу і горизонтальну поверхні;

β - кут нахилу колектора до горизонту;

ρ - відбивна здатність землі, яка змінюється від 0,2 (влітку) до 0,7 (взимку при наявності снігового покриву).

Для поверхонь, орієнтованих на південь, величина R_b може бути визначена згідно з рівнянням. Ці ж значення з допустимою похибкою можна використовувати і для поверхонь, азимут яких за абсолютним значенням не перевищує 15⁰.

$$\bar{R}_b = \frac{\cos(\varphi - \beta) \cos \delta \sin \omega + \frac{\pi}{180} \omega \sin(\varphi - \beta) \sin \delta}{\cos \varphi \cos \delta \sin \omega + \frac{\pi}{180} \omega \sin \varphi \sin \delta}$$

де $\varphi = 46,8^\circ$ – широта місцевості; $\varphi = 46,8 \cdot \pi / 180 = 0,8164$ рад;

δ – відмінювання сонця, вибирається із потрібних місяців і знаходиться середньозважене значення для заїздів;

$$\delta = 23,1^\circ = 0,403 \text{ рад};$$

Часовий кут заходу сонця на горизонтальній поверхні, що дорівнює

$$\omega = \arccos(-\operatorname{tg} \varphi \operatorname{tg} \delta) = \arccos(-\operatorname{tg} 0,8164 \operatorname{tg} 0,403)$$

$$\omega = 2,041$$

ω' – часовий кут заходу сонця на похилій поверхні;

$$\omega' = \min[\omega; \arccos(-\operatorname{tg}(\varphi - \beta) \operatorname{tg} \delta)]$$

$$= \arccos(-\operatorname{tg}(0,8164 - 0,5547) \operatorname{tg} 0,403)$$

$$\omega' = 1,685 \text{ рад}$$

δ - зміна положення сонця в наближених розрахунках можна скористатися величинами δ для середнього дня кожного з 3 місяців;

β — кут нахилу колектора до горизонту. Задаємо його на 15° меншим широті місцевості;

$$\beta = 46,8^\circ - 15^\circ = 31,8^\circ = 0,5547 \text{ рад (Кирилівка);}$$

Середньомісячний прихід прямої радіації на похилу і горизонтальну поверхність розраховується по формулі 2.1

$$\bar{R}_b = 1,5495$$

Для кожного заїзду вибираємо значення $\rho = 0,2$, так як снігу в даний період часу немає.

$$\bar{R} = \left(1 - \frac{6,55}{27,64}\right) 1,5495 + \frac{6,55}{27,64} \frac{1 + \cos 0,5547}{2} + 0,2 \frac{1 - \cos 0,5547}{2}$$

$$\bar{R} = 1,4165$$

Середньомісячний денний прихід сумарної сонячної радіації на горизонтальну поверхню, $МДж/(м^2 \cdot доб)$

$$\bar{H}_T = \bar{R} \cdot \bar{H} \cdot K_3$$

$$\bar{H}_T = 1,41652 \cdot 27,64 \cdot 0,97$$

$$\bar{H}_T = 37,978$$

Місячний прихід сонячної радіації на горизонтальну поверхню

$$H_T = 37,978 \cdot 30 = 1139,343$$

де K_3 – коефіцієнт враховує вплив запиленості сонячного колектора.
Приймаємо $K_3 = 0,97$ [2].

Розрахунки зведені до таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Розрахунок приходу сонячної радіації на плоский колектор

Місяць	H кДж/м ²	H_d , кДж/м ² · сут	H_d/H	$1 -$ (H_d/H)	R_b	R	H_t МДж/(м ² · сут)
Червень	27,64	6,55	0,237	0,763	0,973	0,978	27,045
Липень	28,7	5,58	0,194	0,806	0,995	0,996	28,581
Серпень	25,28	4,68	0,185	0,815	1,089	1,073	27,123
Вересень	18,27	4,18	0,229	0,771	1,267	1,205	22,018

1.4 Параметри необхідні для розрахунку енергетичних характеристик

Поглинена сонячна енергія акумулюється у вигляді нагрітої води в баку-акумуляторі. Для підвищення ефективності рекомендується виконати бак-акумулятор з окремих пов'язаних один з другим секцій. Оптимальна кількість секцій дві-три.

Для моделювання процесу акумулювання можливо скласти модель одного бака, місткість якого дорівнює сумі місткості основного та витратності баків. Основні закономірності процесів масо- і теплообміну, що відбуваються в баку, у край складні через наявність різності температур теплоносія по висоті бака. Для оцінки впливу теплової стратифікації рідини на характеристики систем сонячного тепlopостачання були зіставлені результати розрахунків численних моделей роботи баків як при існуванні температурного градієнта в рідині, так і при повному перемішуванні рідини. Результати моделювання показали, що використання різниці температур рідини в баку дає можливість підвищити коефіцієнт заміщення на 1-3%.

Оскільки вплив теплової стратифікації вельми незначна, то в описаних дослідженнях застосовувалася модель з повністю перемішаної середовищем.

Середньомісячну температуру повітря протягом світлового дня \bar{T}_0 , можна знайти за формулою:

$$\bar{T}_0 = 0,7 \bar{T}_c + 0,3 \bar{T}_{MAX}$$

де \bar{T}_c , \bar{T}_{MAX} — середньодобова температура повітря і середовищ, максимальна добова температура для даного місяця.

Перепад температур теплоносія в системі тепlopостачання аозначимо як ΔT . Значення ΔT залежить від умов експлуатації і визначається для систем гарячого водопостачання

$$\Delta T = \Delta T_{Г.В.} = \bar{T}_{Г.В.}^{\max} - \bar{T}_X,$$

де $\bar{T}_{Г.В.}^{\max}$ — максимальна температура гарячої води, що надходить до споживача;

\bar{T}_X — температура теплоносія, що надходить в систему опалення від джерела тепла.

Орієнтація сонячного колектора і кут нахилу його до горизонту також впливають на характеристики геліоустановки. Під оптимальною орієнтацією розуміють умови, що забезпечують максимальну теплову потужність за весь період роботи. Аналіз наявних результатів показав, що оптимальним варіантом є орієнтування площині колектора по напрямку до екватора. Від нахилу в межах $\pm 15^\circ$ від напрямку на південь не робить істотного впливу на теплову потужність геліоустановки. Оптимальний кут нахилу сонячного нагрівача дорівнює широті місцевості в даній точці; відхилення від цього значення в межах $\pm 15^\circ$ не змінить помітно теплову потужність геліоустановки. Для геліоустановок, призначених для систем опалення,

оптимальний кут нахилу дорівнює широті місцевості плюс 10-15°, для систем гарячого водопостачання- широті місцевості, де розташована установка.

У процесі роботи сонячного колектора прозоре покриття покривається пилом, що призводить до зменшення щільності потоку сонячної радіації, що досягає поглинаючої поверхні. Коефіцієнт світлопропускання шару пилу залежить від товщини цього шару і може змінюватися від 0,5 до 0,96.

Коефіцієнт затінення K_3 сонячної радіації корпусом колектора залежить від його геометричних розмірів і конструктивних особливостей. Згідно з результатами експериментальних досліджень при розрахунках систем сонячного теплопостачання в умовах періодичного чищення прозорих покриттів рекомендується приймати значення $K_{пл} K_3 \approx 0,95-0,97$. Цю поправку слід помножити на значення сумарної щільності потоку сонячної радіації в формулах.

Початок роботи сонячного колектора залежить від того, як швидко він прогрівається до робочої температури після охолодження вночі або в похмуру погоду. Момент початку роботи колектора визначається умовою $\bar{T}_P \geq \bar{T}_{BX}$, де \bar{T}_P — рівновага температура поглинаючої поверхні колектора, а \bar{T}_{BX} — температура теплоносія на вході в колектор. З цього моменту часу колектор починає виробляти теплоту. Частина енергії потоку сонячної радіації витрачається на прогрів колектора і, отже, зменшується його теплова потужність. Кількість теплоти, що йде на нагрів, залежить від конструкції сонячного колектора, властивостей застосовуваних матеріалів, теплоносія та місткості колектора. За даними різних авторів ці втрати можуть становити від 5 до 25 % сумарної щільності потоку сонячної радіації. Для добре спроектованого колектору втрати теплоти не перевищують 5-10 %

1.5 Знаходження необхідної площі колекторів для покриття навантаження

Для максимально економічної організації впровадження геліосистеми на базі відпочинку необхідно підібрати певну площу сонячних колекторів, яка буде покривати 100% навантаження на Q_{ГВС}.

Щільності потоку сонячної радіації, Вт/м²

$$I_a = \frac{\bar{H}_T}{n_{\text{міс}}^{\text{сс}} \cdot 3600} \cdot \Delta\tau$$

Розрахунок теплової потужності сонячної системи, Дж

$$Q_{\text{ГВП}} = \frac{Q_H \cdot 10^9}{n_{\text{міс}}^{\text{сс}} \cdot 3600}$$

Ефективність сонячних колекторів, %

$$\eta_{\text{ск}} = F_R (\tau\alpha)_n - F_R U_L (T_i - T_b) / I_T$$

Розрахунок необхідної площі, м²

$$F_{\text{ск}} = \frac{Q_{\text{ГВП}}}{I_a \cdot \eta_{\text{ск}}}$$

Розрахунок щільності потоку сонячної радіації, Вт/м²

$$I_a = \frac{\bar{H}_T}{n_{\text{міс}}^{\text{сс}} \cdot 3600} \cdot \Delta\tau = \frac{1139,343}{315 \cdot 3600} \cdot 10^6 = 1004,712$$

Розрахунок теплової потужності сонячної системи, Вт

$$Q_{\text{ГВП}} = \frac{Q_{\text{H}} \cdot 10^9}{n_{\text{mic}}^{\text{cc}} \cdot 3600} = \frac{46,246 \cdot 10^9}{315 \cdot 3600} = 40781,3$$

Ефективність сонячних колекторів, %

$$\eta_{\text{ск}} = F_R(\tau\alpha)_n - F_R U_L \left(\frac{T_i - T_B}{I_T} \right) = 0,7618 - 3,168 \left(\frac{35 - 23,4}{1004,712} \right) = 0,725$$

T_i - температура на вході в колектор, (при $T_{\text{ГВ}}=60$ и $T_{\text{хв}} = 15$).

Розрахунок необхідної площі, м^2

$$F_{\text{ск}} = \frac{Q_{\text{ГВП}}}{I_a \cdot \eta_{\text{ск}}} = \frac{40781,3}{1004,712 \cdot 0,725} = 51,34$$

Аналогічно розраховуємо необхідну площу колекторів для інших заїздів і вибираємо найбільшу $F_{\text{max}} = 51,34 \text{ м}^2$.

Таблиця 1.3 - Необхідна площа для покриття повного навантаження ГВП пансіонату

Місяць	$Q_{\text{ГВП}}, \text{ГДж}$	I_a	ККД	$Q_{\text{ГВП}}, \text{Вт}$	F
Altek AC-VG					
червень	6,70	357,74	0,71	5904,45	23,14
липень	19,80	414,21	0,75	15942,96	51,34
серпень	17,95	426,47	0,75	15676,01	49,01
вересень	1,80	428,36	0,69	1948,23	6,63
Σ	46,25			39471,65	51,34
SintSolar CS					
червень	6,70	357,74	0,58	5904,45	28,43
липень	19,80	414,21	0,63	15942,96	61,35
серпень	17,95	426,47	0,63	15676,01	58,55
вересень	1,80	428,36	0,55	1948,23	8,34
Σ	46,25			39471,65	61,35

СПК-F2 Атмосфера (Китай)					
червень	6,70	357,74	0,65	5904,45	25,38
липень	19,80	414,21	0,69	15942,96	56,08
серпень	17,95	426,47	0,69	15676,01	53,53
вересень	1,80	428,36	0,62	1948,23	7,30
Σ	46,25			39471,65	56,08
Sunsystem PK ST NL					
червень	6,70	357,74	0,67	5904,45	24,49
липень	19,80	414,21	0,71	15942,96	54,15
серпень	17,95	426,47	0,71	15676,01	51,68
вересень	1,80	428,36	0,65	1948,23	7,04
Σ	46,25			39471,65	54,15

1.6 Оптимізація ССК

Оптимізація -в математиці це знаходження екстремуму (мінімуму або максимуму) цільової функції в деякій області конечномерного векторного простору, обмеженою набором лінійних та / або нелінійних рівностей і/ або нерівностей .

Розрахунок ССК за допомогою f- методу

Один з підходів до визначення параметрів системи сонячного теплопостачання полягає в моделюванні їх роботи на ЕОМ. Математичне моделювання зберігає важливе значення при проектуванні великих і нестандартних систем , проте широке поширення сонячних нагрівальних установок вимагає спрощеного методу їх розрахунку. Це особливо стосується стандартних систем , для яких вартість детальних машинних розрахунків не може бути виправдана. З цих причин було розроблено так званий f - метод розрахунку .

Наш підхід передбачає встановити важливі безрозмірні параметри системи сонячного теплопостачання і використовувати результати детального математичного моделювання їх роботи для отримання кореляцій між цими параметрами і довгостроковими характеристиками системи .

В результаті численних розрахунків із застосуванням математичних моделей для різних географічних пунктів у широкому діапазоні зміни основних параметрів системи отримана наступна кореляційна залежність між X , Y і f .

Коефіцієнт заміщення (частка повної місячної теплового навантаження, забезпечується за рахунок сонячної енергії):

$$f = 1,029Y - 0,065X - 0,245Y^2 + 0,0018X^2 + 0,0215Y^3$$

яка справедлива в межах $0 < Y < 3,0$ и $0 < X < 18,0$.

Аналіз параметрів, від яких ця величина залежить, дозволяє припустити, що коефіцієнт заміщення емпірично можна пов'язати з двома безрозмірними комплексами:

$$X = F_R U_L \frac{F'_R}{F_R} (T_{\bar{\sigma}} - \bar{T}_B) \Delta \tau \frac{A}{Q_H}$$

$$Y = F_R (\tau \alpha)_n \cdot \frac{(\overline{\tau \alpha})}{(\tau \alpha)_n} \bar{H}_T N \cdot \frac{F'_R}{F_R} \cdot \frac{A}{Q_H}$$

де A - площа сонячного колектора, m^2 ;

$\frac{F'_R}{F_R}$ - ефективний коефіцієнт відводу тепла, що враховує вплив теплообмінника;

U_L - повний коефіцієнт теплових втрат колектора, $Вт/(m^2 \cdot K)$;

$T_{\bar{\sigma}}$ - базисна температура, прийнята рівній $90^\circ C$;

\bar{T}_B - середньомісячна температура зовнішнього повітря, $^\circ C$;

Q_H - повна місячна теплове навантаження, $Дж$;

$H_T^{мес}$ - місячний денний прихід сумарної сонячної радіації на похилу поверхню колектора, $Дж/m^2$;

$\overline{\tau\alpha}$ - середньомісячна наведена поглинательна здатність.

Безрозмірні комплекси X і Y мають певний фізичний зміст:

Y - можна трактувати як відношення кількості енергії, що поглинається пластиною колектора протягом місяця, до повної місячної теплової навантаженні;

X - відношення місячних теплових втрат колектора при базисної температурі до повної місячної теплової навантаженні.

Площа колектора A задається в якості вихідної величини, або варіюється при проведенні оптимізації в межах від 1 м² до 0,8A_{кр} (где A_{кр} - площа даху будівлі). Таким чином, всі величини в останніх двох виразах легко визначаються, якщо відомі вихідні дані.

Визначення безрозмірного комплексу X:

$$X = 3,168 \cdot 1(60 - 20) \cdot 30 \cdot 24 \cdot 3600 \cdot \left(\frac{1}{22,23 \cdot 10^9} \right) = 0,0135$$

Визначення безрозмірного комплексу Y

$$Y = 0,7618 \cdot 1 \cdot 37,978 \cdot 10^6 \cdot 30 \cdot 0,99 \cdot \left(\frac{1}{22,23 \cdot 10^9} \right) = 0,039$$

Коефіцієнт зміщення

$$f = 1,029 \cdot 0,0378 - 0,065 \cdot 0,0321 - 0,245 \cdot 0,0378^2 + 0,0018 \cdot 0,0321^2 + 0,0215 \cdot 0,0378^3$$

$$f = 0,0389$$

Результати розрахунку довгострокових характеристик SintSolar CS зведені до таблиці 1.4-1.15.

Як бачимо, при розрахунку площі колекторів, необхідної для покриття навантаження на гаряче водопостачання, двома різними методами, одержуємо різну площу. При спрощеному розрахунку маємо $31,38 \text{ м}^2$. За допомогою f-методу видно, що необхідна площа 40 м^2 .

Це тому, що f-метод враховує запас потужності, а у спрощеному розрахунку беремо число годин сонячного світіння, проте воно на практиці не точне.

Таблиця 1.4 - Розрахунок f-методу Altek AC-VG - Розрахунок безрозмірного комплексу X

	Площа							
Місяць	5	10	15	20	25	30	40	51
червень	0,44	0,89	1,33	1,77	2,21	2,66	3,54	4,79
липень	0,15	0,30	0,45	0,59	0,74	0,89	1,19	1,61
серпень	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,31	1,78
вересень	1,78	3,55	5,33	7,10	8,88	10,65	14,20	19,23

Таблиця 1.5 - Розрахунок f-методу Altek AC-VG - Розрахунок безрозмірного комплексу Y

	Площа							
Місяць	5	10	15	20	25	30	40	51
червень	0,46	0,91	1,37	1,83	2,28	2,74	3,65	4,95
липень	0,16	0,33	0,49	0,65	0,82	0,98	1,31	1,77
серпень	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,03	1,37	1,85
вересень	1,38	2,76	4,14	5,52	6,91	8,29	11,05	14,96

Таблиця 1.6 - Розрахунок f-методу Altek AC-VG - Розрахунок долі теплового навантаження f

Місяць	Площа							51,33954
	5	10	15	20	25	30	40	
червень	0,411078	0,72455	0,954603	1	1	1	1	1
липень	0,159615	0,305591	0,438577	0,55922	0,668166	0,766063	0,931302	1
серпень	0,166235	0,31756	0,454718	0,578452	0,689505	0,78862	0,954012	1
вересень	0,933603	1	1	1	1	1	1	1

Таблиця 1.7 - Розрахунок f-методу SintSolar CS - Розрахунок безрозмірного комплексу X

Місяць	Площа							
	5	10	15	20	25	30	40	61
червень	0,44	0,89	1,33	1,77	2,21	2,66	3,54	4,79
липень	0,15	0,30	0,45	0,59	0,74	0,89	1,19	1,61
серпень	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,31	1,78
вересень	1,78	3,55	5,33	7,10	8,88	10,65	14,20	19,23

Таблиця 1.8 - Розрахунок f-методу SintSolar CS - Розрахунок безрозмірного комплексу Y

Місяць	Площа							
	5	10	15	20	25	30	40	61
червень	0,46	0,91	1,37	1,83	2,28	2,74	3,65	4,95
липень	0,16	0,33	0,49	0,65	0,82	0,98	1,31	1,77
серпень	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,03	1,37	1,85
вересень	1,38	2,76	4,14	5,52	6,91	8,29	11,05	14,96

Таблиця 1.9 - Розрахунок f-методу SintSolar CS - Розрахунок долі теплового навантаження f

Місяць	Площа							
	5	10	15	20	25	30	40	61,35087
червень	0,352628	0,630335	0,842514	0,998561	1	1	1	1
липень	0,135998	0,26164	0,377356	0,483574	0,580723	0,669232	0,822043	1
серпень	0,14143	0,271545	0,390837	0,499797	0,598918	0,688692	0,842168	1
вересень	0,81484	1	1	1	1	1	1	1

Таблиця 1.10 - Розрахунок f-методу СПК-F2 Атмосфера (Китай) - Розрахунок безрозмірного комплексу X

	Площа							
Місяць	5	10	15	20	25	30	40	56
червень	0,44	0,89	1,33	1,77	2,21	2,66	3,54	4,79
липень	0,15	0,30	0,45	0,59	0,74	0,89	1,19	1,61
серпень	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,31	1,78
вересень	1,78	3,55	5,33	7,10	8,88	10,65	14,20	19,23

Таблиця 1.11 - Розрахунок f-методу СПК-F2 Атмосфера (Китай) - Розрахунок безрозмірного комплексу Y

	Площа							
Місяць	5	10	15	20	25	30	40	56
червень	0,46	0,91	1,37	1,83	2,28	2,74	3,65	4,95
липень	0,16	0,33	0,49	0,65	0,82	0,98	1,31	1,77
серпень	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,03	1,37	1,85
вересень	1,38	2,76	4,14	5,52	6,91	8,29	11,05	14,96

Таблиця 1.12 - Розрахунок f-методу СПК-F2 Атмосфера (Китай) - Розрахунок долі теплового навантаження f

Місяць	Площа							
	5	10	15	20	25	30	40	56
червень	0,38	0,68	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
липень	0,15	0,28	0,41	0,52	0,62	0,72	0,88	1,00
серпень	0,15	0,29	0,42	0,54	0,64	0,74	0,90	1,00
вересень	0,88	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Таблиця 1.13 Розрахунок f-методу Sunsystem PK ST NL - Розрахунок безрозмірного комплексу X

Місяць	Площа							
	5	10	15	20	25	30	40	54
червень	0,44	0,89	1,33	1,77	2,21	2,66	3,54	4,79
липень	0,15	0,30	0,45	0,59	0,74	0,89	1,19	1,61
серпень	0,16	0,33	0,49	0,66	0,82	0,99	1,31	1,78
вересень	1,78	3,55	5,33	7,10	8,88	10,65	14,20	19,23

Таблиця 1.14 Розрахунок f-методу Sunsystem PK ST NL - Розрахунок безрозмірного комплексу Y

	Площа							
Місяць	5	10	15	20	25	30	40	54
червень	0,46	0,91	1,37	1,83	2,28	2,74	3,65	4,95
липень	0,16	0,33	0,49	0,65	0,82	0,98	1,31	1,77
серпень	0,17	0,34	0,51	0,68	0,85	1,03	1,37	1,85
вересень	1,38	2,76	4,14	5,52	6,91	8,29	11,05	14,96

Таблиця 1.15 Розрахунок f-методу Sunsystem PK ST NL -Розрахунок долі теплового навантаження f

	Площа							
Місяць	5	10	15	20	25	30	40	54,14641
червень	0,392459	0,695714	0,922051	1	1	1	1	1
липень	0,151886	0,291361	0,418988	0,535327	0,640937	0,736381	0,899009	1
серпень	0,158166	0,302763	0,434437	0,553831	0,661588	0,758352	0,921476	1
вересень	0,900719	1	1	1	1	1	1	1

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Низькопотенційні та альтернативні джерела енергії. Навчально-методичний посібник для студентів ЗДІА Енергетичного напрямку всіх форм навчання/ Уклали Бердищев М.Ю, Чейлитко А.О., Назаренко О.М. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2015. – 270 с.
2. Яковлева, І.Г. Нормування в енергетиці: навчальний посібник для студентів ЗДІА спеціальності Теплоенергетика / І.Г. Яковлева, Р.Р. Матказіна – Запоріжжя:ЗДІА, - 2014.- 201 с.
3. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення - К: Мінбуд України. - 2006. – 187 с.
4. Sintsolar - фірма-виробник сонячних колекторів [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <http://www.sintsolar.com.ua/>
5. Wind Energy in Denmark – Research and technological Development [Електронний ресурс] Режим доступу до ресурсу: <http://birdlife.org.ua>.
6. Идрисова А. // Повышение энергетической эффективности за счет использования регенеративной энергии// Вестник Казанского технологического университета. – 2013. – Выпуск № 20 / том 16. – 2 ст.
7. Стратегія енергозбереження в Україні / За ред. В. А. Жовтянського – К. : Академперіодика, 2006. – Т 1.– 510 с.
8. Стратегія енергозбереження в Україні / За ред. В. А. Жовтянського –К. : Академперіодика, 2006. – Т 2. – 600 с.
9. Ковалко М. Розвинута енергетика – основа національної безпеки України / М. Ковалко, О. Ковалко. – К. : “Бізнесполіграф”, 2009 – 104 с.
10. Энергетический менеджмент / Под. ред. А.В.Праховника. – К. : ИЕЕ НТУУ. “КПИ”, 2001. – 472 с.
11. Липсиц И. В. Инвестиционный проект: методы подготовки и анализа / И. В. Липсиц, В. В. Косов – М.: БЕК. 1996. – 304 с.

12. Закон України “Про альтернативні види рідкого та газового палива”. Від 14.01.2000 р. № 1391-ВВР.

13. Закон України “Про альтернативні джерела енергії”. Від 20.02.2003р. № 555-IV.

14. Постанова Кабінету Міністрів України “Про Програму державної підтримки розвитку нетрадиційних та відновлюваних джерел енергії та малої гідро- і теплоенергетики”. Від 31.12.97 р. № 1505.

15. Постанова Кабінету Міністрів України “Про невідкладні заходи щодо виконання Комплексної державної програми енергозбереження України”. Від 27.06.2000 р. №1040.

16. Гелиженко А. М., Гливенко С. В. Эколого-экономическая оценка перехода ТЭС Украины на угольную стратегию развития //Энергетика: економіка, технологія, екологія. – 2000. – № 3. – С. 28–33.

17. Делягин Г. Н., Лебедев В. И., Пермяков Б. А. Теплогенерирующие установки. – М.: Стройиздат, 1986. – 560 с.

18. Дикий Н. А. Комбинированное производство энергии для преодоления кризиса в энергетике //Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2000. – № 1. –С.13-17

19. Дикий Н. А. Энергоустановки геотермальных электростанций. – К.: Вища шк., 1989. – 198с.

20. Ефимов А. П. Энергобалансы промышленных предприятий: Уч. пособие. – М.: Изд-во МЭИ, 2002. – 84с.

21. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: Справочник: В 2 ч. / Под ред. С. Калверта и Г. М. Инглунда. – М.: Металлургия, 1988. – Ч.1. – 758 с.

22. Карп И. Н., Мхитарян Н. М. Децентрализованное теплоснабжение зданий и сооружений //Экотехнологии и ресурсосбережение. – 2000. – № 1. – С.5-17.

23. Кириллин В. А. Энергетика сегодня и завтра. – М.: Педагогика, 1983. – 128 с. 24. Кириллин В. А. Энергетика. Главные проблемы. – М.: Знание, 1990. – 128 с.

24. Маляренко В. А. Концептуальные положения развития муниципальной энергетики Украины. //Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техника, 2000. – Вып. 25. – С. 208-216.

25. Маляренко В. А. Энергетика и экологическая ситуация в Украине. //ІТЕ: Інтегровані технології та енергозбереження. – 2001– № 2. – С. 7–13.

26. Маляренко В. А., Охрименко В. В. Альтернативная энергетика и окружающая среда //Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техніка, 2001. – Вып. 27. – С. 263-269.

27. Маляренко В. А. Дмитриев И. Б. Эколого-энергетические факторы градостроительных решений //Труды 4-ой НПК “Новое в экологии и БЖД” 16-18 июня 1999, Санкт-Петербург, Россия. Балт. гос. техн. ун-т. – С-Петербург, 1999.– Т.1. – С. 85-88.

28. Маляренко В. А. Энергозбереження як діючий важіль реформування житлово-комунального господарства. //Коммунальное хозяйство городов. – К.: Техніка, 2003. – Вып. 53. – С.7-14.

29. Маляренко В. А., Лысак Л. В. Реабилитация и развитие коммунальной теплоэнергетики на современном этапе //ІТЕ: Інтегровані технології та енергозбереження, 2004.– № 2. – С.48-57.

30. Маляренко В. А. Введение в инженерную экологию энергетики. – Х.: ХГАГХ, 2001. – 166 с

31. Білонога Ю. Л. Шляхи енергозбереження із використанням поверхнево-активних речовин (ПАР) при екстрагуванні гепарину у псевдозрідженому шарі / Ю. Л. Білонога, У. Р. Драчук // Інтегровані технології та енергозбереження. - 2009. - № 2. - С. 8-13.

32. Степ'юк, М. Д. Проблеми енергозбереження газотранспортних підприємств в умовах кризи / М. Д. Степ'юк, Л. Т. Гораль, В. І. Мілевська // Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу. - 2009. - № 3. - С. 136-139.

33. Бойко В.В. Щодо контролю за використанням коштів державного бюджету України при реалізації політики енергозбереження та енергоефективності в Україні / В.В. Бойко, О.О. Кульчій, Т.В. Підлісна // BUILDING INNOVATIONS – 2019: зб. наук. пр. II Міжнародної укр.-азерб. конф., 23 – 24 трав. 2019 р. – Полтава: ПолтНТУ, 2019. – С. 436-438.

34. Досвід країн Євросоюзу з підвищення енергоефективності, енергоаудиту та енергоменеджменту з енергоощадності в економіці країн [Електронний ресурс] // Київ. –2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://ua.energy/wpcontent/uploads/2018/01/Pidvyshhennya-energoefektyvnosti-v-YES.pdf>

35. ДНС 3.3.6.042-99. Санітарні норми виробничих приміщень. Київ 1999.

36. ДБН В.2.5-27-2006 Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд-М: Мінбуд України. Київ 2006.

37. ДБН В.1.1.7–2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва -М: Держбуд України. Київ 2003.

38. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві -М:Держбуд України, Київ 2009.

39. ДСТУ 3008:2015. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення