

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЦЕНТР ЗАОЧНОЇ, ДИСТАНЦІЙНОЇ ТА ВЕЧІРНЬОЇ ФОРМ НАВЧАННЯ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: «Енергетичний аудит систем енергозабезпечення адміністративної
будівлі»

Напрямок підготовки 6.050601 «Теплоенергетика»
за фаховим спрямуванням «Енергетичний менеджмент»

Виконавець роботи Зубко О.Ю.

(прізвище та ініціали)

(підпис студента)

*В роботі не виявлено текстових,
ілюстративних та інших запозичень
без коректного на них посилання*

Випускна робота
захищена на засіданні
ЕК з оцінкою

Керівник роботи _____

(підпис)

Хованський С.О.

(прізвище і ініціали)

доцент каф. ПГМ

(наукова ступінь, звання або посада)

_____ 20__ р.

Секретар комісії _____

(підпис)

Суми 2020

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка 72 с., 17 рисунків, 12 табл., 10 літературних джерел.

Графічні матеріали: план приміщень; економічний аналіз енергозберігаючих заходів – всього два плакати формату А3.

Мета роботи: зменшення витрат на енергоносії, визначення потенціалу енергозбереження, розробка і обґрунтування енергозберігаючих заходів.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі *задачі:*

- аналіз рівня ефективності використання енергоносіїв;
- розрахунок питомих витрат на енергоносії;
- складання енергетичних балансів по кожному виду енергоносія;
- розробка і обґрунтування енергозберігаючих заходів.

Предметом дослідження є система енергозабезпечення адміністративної будівлі, аналіз і надання рекомендацій з ефективного використання енергоресурсів.

Об'єктом є використання паливно-енергетичних ресурсів адміністративної будівлі.

В роботі наведено опис системи теплозабезпечення, виконані розрахунки, розроблені заходи із енергозбереження, проведений їх економічний аналіз.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ, ОСВІТЛЕННЯ СИСТЕМА ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ТЕПЛОВТРАТИ.

Тема роботи: «Енергетичний аудит систем енергозабезпечення адміністративної будівлі».

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ЗМІСТ

с.

ВСТУП.....	6
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ.....	8
1.1 Опис сучасного стану та проблем теплозабезпечення в Україні.....	8
1.2 Загальна характеристика систем теплопостачання	11
2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ`ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ.....	15
2.1 Загальні відомості про підприємство.....	15
2.2 Система електрозабезпечення об`єкта, що обстежується.....	16
2.3 Система теплозабезпечення об`єкта, що обстежується	18
2.4 Система водозабезпечення об`єкта, що обстежується.....	20
3 ОПИС ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ ..	23
3.1 Обладнання, яке використовується для енергетичного аудиту систем теплозабезпечення.....	23
3.2 Обладнання, яке використовується для енергетичного аудиту систем електрозабезпечення	24
3.3 Обладнання, яке використовується для енергетичного аудиту систем освітлення.....	26
4. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ОСВІТЛЕННЯ	28
4.1 Методика розрахунку тепловтрат будівлі через огорожуючі конструкції	28
4.2 Розрахунок тепловтрат через огорожуючи конструкції.....	31
4.3 Методика розрахунку теплонадходжень будівлі.....	35
4.4 Розрахунок теплонадходжень будівлі.....	36

<i>Изм..</i>	<i>Лист.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>Енергетичний аудит систем енергозабезпечення адміністративної будівлі</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист.</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб..</i>		<i>Зидко</i>					4	70
<i>Пров..</i>		<i>Хованський</i>						
<i>Реценз.</i>								
<i>Н. Контр.</i>		<i>Хованський</i>						
<i>Утв..</i>								

4.5 Розрахунок кількості теплової енергії на опалення приміщення , що обстежується	38
4.6 Методика проведення аудита систем освітлення	38
5 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ	42
5.1 Розробка енергозберігаючих заходів в системі опалення.....	42
5.2 Розробка енергозберігаючих заходів в системі освітлення.....	45
6 ОХОРОНА ПРАЦІ	53
7 ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ БУДІВНИЦТВО.....	57
ВИСНОВКИ	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	71

ВСТУП

У сучасному середовищі нашого проживання дуже відчутними стають енергетичні проблеми людства, які значною мірою одночасно з політичною ситуацією зумовлюють економічний та матеріальний рівень життя регіонів і країни в цілому.

Кризова ситуація в Україні в перехідний період гальмує розвиток повноцінних ринкових відносин. Значні зміни у видобутку та придбанні окремих видів палива та деякі інші обставини динамічно змінюють умови існування і розвитку паливно-енергетичного комплексу (ПЕК) країни і спричиняють необхідність вироблення нової енергетичної політики.

Система теплозабезпечення є комплексом елементів, призначених для одержання, перенесення та передачі необхідної кількості теплоти в приміщення, що обігриваються.

В Україні на опалення будівель витрачається 35% усіх паливно-енергетичних ресурсів, що споживає країна, 68 % з них - на опалення житла. Енерговитрати на опалення 1 м² загальної площі житла становлять— 260-460 кВт/год на рік. Річна потреба України в енергетичному паливі складає 290 млн.т умовних одиниць, що із розрахунку на одного жителя у 2,5 рази перевищує витрати в економічно розвинених країнах. Значна частина витрат (приблизно 80 млн.т в рік) припадає на житлово-комунальні потреби. Співвідношення кількості тепла, що виробляється на опалення будівель бюджетних організацій, комунального і житлового фонду до кількості тепла, що виробляється промислово-опалювальними котельними, – 4:3. Бюджетними установами і підприємствами споживається значна кількість енергії, проте рівень ефективності її використання залишається низьким.

Організації бюджетної сфери споживають близько 15% електроенергії, що виробляється в країні, і близько 30% теплової енергії. Таким чином, бюджетна сфера є вагомим споживачем енергоносіїв. Соціальна значущість бюджетної

						Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

сфери і її недостатнє фінансування гостро ставить проблему раціонального споживання енергоносіїв, їх обліку і економії.

Із введенням нових енергозберігаючих вимог, виникла проблема зниження енерговитрат у 2,5–3 рази на опалення житлових, адміністративних будинків, які будувались по раніше діючих нормативах.

Для більш поглибленого розгляду зазначених вище проблем об'єктом обстеження в даній роботі були обрані офісні приміщення ТОВ «Перспектива-С».

Метою роботи є зменшення витрат на енергоносії, визначення потенціалу енергозбереження, розробка і обґрунтування енергозберігаючих заходів. Для досягнення мети були поставлені наступні задачі:

- порівняти фактичне використання енергоресурсів з нормативними показниками,
- визначити тепловтрати та теплонадходження будівлі,
- запропонувати перелік енергозберігаючих заходів та обґрунтувати вибір запропонованих заходів.

						Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ

1.1 Опис сучасного стану та проблем теплозабезпечення в Україні

Існуюча система централізованого теплопостачання житлово-комунального господарства в своїй більшості створювалася в період масового житлового будівництва в 60-ті – початок 80-х років минулого століття і з того часу практично не оновлювалась. Структура споживання енергоресурсів в секторах економіки країни показує, що близько 45% котельно-пічного палива направляється в сферу теплозабезпечення і саме в ній знаходиться основний потенціал енергозбереження. Загальні обсяги теплопостачання по Україні склали 102,98 млн.Гкал., у т.ч. населенню – 55,5 млн.Гкал, на комунально-побутові потреби – 23,8 млн.Гкал, на виробничі потреби – 16,9 млн.Гкал, іншому підприємству – 8,7 млн.Гкал [1].

Теплопостачання населених пунктів України забезпечують 7450 підприємств усіх форм власності, на яких експлуатується 29989 котелень сумарною потужністю 138568,9 Гкал/год, з них на твердому паливі – 9952 котелень, на рідкому паливі – 569 котелень, на газі – 19465 котелень [1]. Основне та допоміжне обладнання значної кількості комунальних котелень вичерпало допустимі терміни експлуатації і суттєво перевищує 26 років. В цих котельнях експлуатуються малоефективні, зношені котли з низьким коефіцієнтом корисної дії (70-80%), застарілою автоматикою і пальниковими пристроями, що обумовлює значні витрати палива (на 20% вищі середнього світового рівня), неприпустимо високі забруднення оточуючого середовища, і в цілому призводить до зниження надійності та якості теплопостачання. Із 69,8 тисяч установлених котлів 23,7% експлуатується понад 20 років [1]. Значна кількість діючих котлів є застарілими та малоефективними з коефіцієнтом корисної дії нижче 83%. Серйозною проблемою галузі є також низька надійність теплотрас і

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						8

їх незадовільна теплоізоляція, що обумовлює великі втрати тепла, суттєві економічні збитки внаслідок частих аварій та значних обсягів ремонтних робіт.

Теплові мережі прокладені переважно в непрохідних залізобетонних каналах різних конструкцій з ізоляцією із мінеральної вати, мають велику кількість пошкоджень ізоляції, не захищені від проникнення ґрунтових вод і інших вод із супутніх комунікацій. Це призводить до замочування теплоізоляції, інтенсивної зовнішньої корозії металу труб і, як наслідок, до багатьох пошкоджень з появою свищів і розривів трубопроводів. Невідповідним до вимог технічної експлуатації є технічний стан теплових мереж. 5,6 тисяч км теплових мереж (або 14,5%) перебувають у старому та аварійному стані.

Втрати теплової енергії в трубопроводах магістральних мереж часто перевищують нормативні більш ніж на 10%, а сумарні втрати, з урахуванням розподільчих мереж, в деяких випадках складають до 30% від відпущеної теплової енергії.

Близько 50% центральних теплових пунктів (ЦТП), які розраховані на обслуговування групи будинків чи мікрорайону, перебувають у старому та аварійному стані, що призводить до постійних перебоїв у гарячому водопостачанні та перевитрат паливно-енергетичних ресурсів.

Впродовж всіх років існування і становлення України як незалежної держави підприємства житлово-комунального господарства, і в першу чергу теплопостачальні, виконували і виконують досі функцію «соціального буфера і вогнегасника». Технічний рівень систем і обладнання багато років практично не оновлювався. За останні 15-20 років було використано майже всі внутрішні технічні резерви систем і обладнання, забезпечено його технічне і моральне старіння. Все це супроводжується не виваженою державною ціновою політикою та відсутністю реальної підтримки інноваційно-інвестиційних заходів, економічної чи організаційно-управлінської реформи та інше. Тарифи на послуги завжди були і досі є об'єктом нескінченного і фактично надмірного контролю, який забирає чималі кошти різних джерел практично без будь-яких суттєвих наслідків. Затверджена оптова ціна газу для підприємств комунальної

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						9

теплоенергетики майже вдвічі перевищує роздрібну для окремих споживачів, що призводить до масової відмови останніх від послуг централізованого опалення та постачання гарячої води і разом із майже повсюди існуючим перевищенням наявних генеруючих потужностей над потрібними сприяє здороженню вартості теплової енергії і, відповідно, послуг, що в свою чергу продовжує викликати відмову від послуг централізованого опалення та постачання гарячої води.

Таким чином, в сфері теплозабезпечення населення України щільно переплелися техніко-технологічні, екологічні, економічні і соціальні проблеми. Тому завдання створення і реалізації Національної стратегії теплозабезпечення України є таким, що фактично підвищує енергетичну безпеку України і є вкрай актуальним та державно важливим. В цій царині впливовим чинником необхідності подальших докорінних змін в структурі споживаємих енергоресурсів є суттєві (у 2-3 рази протягом кількох місяців) коливання світових цін на первинні енергоресурси, продемонстровані протягом 2007-2008 рр. Це робить стратегію переорієнтації на максимальне використання власних енергоресурсів ще більш актуальною для стабільного і безпечного розвитку країни. Як витікає із викладеного, розв'язання проблем, які накопичувалися десятиріччями і мають загальнодержавний характер, не можна здійснити засобами територіального чи галузевого управління. Ситуація може і повинна бути виправлена, в країні для цього є усі передумови, але для цього потрібна державна підтримка, координація діяльності центральних і місцевих органів виконавчої влади та органів місцевого самоврядування. Виходячи з цих міркувань, програма має бути державною, оскільки поєднує в собі різні рівні її розробки і виконання: місцевий, регіональний та державний, передбачає розробку низки правових і нормативно-методичних документів, забезпечує міжгалузеві і міжрегіональні зв'язки при виробництві певних видів промислової продукції для реалізації завдань програми, передбачає спільне вирішення і відпрацювання організаційно-технічних заходів, залучення коштів державного та місцевого бюджетів, та інших для покриття її витрат [1].

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1.2 Загальна характеристика систем тепlopостачання

Існуючі системи тепlopостачання залежно від взаємного розміщення джерела і споживачів теплоти можна поділити на централізовані і децентралізовані системи. Централізоване тепlopостачання складається з трьох взаємозалежних послідовних стадій: підготовки, транспортування і використання теплоносія. Відповідно до цих стадій кожна система централізованого тепlopостачання складається з трьох основних ділянок: джерела теплоти, теплових мереж і споживачів теплоти.

У децентралізованих системах тепlopостачання кожен споживач має власне джерело теплоти.

Перевагами великих систем централізованого тепlopостачання у порівнянні з тепlopостачанням від котелень малої і середньої потужності є: можливість ефективного спалювання низькосортного палива в котлах великої потужності; велика можливість механізації та автоматизації технологічних процесів; значне скорочення об'ємів виробничих будинків, площі забудови, витрати будівельних матеріалів на одиницю встановленої потужності; більша можливість застосування індустріальних методів будівництва; можливість організації ефективного очищення продуктів згорання палива від шкідливих речовин та ін.

Найбільш досконалим методом централізованого опалення, вищою його формою, є теплофікація. Теплофікація – це централізоване тепlopостачання на базі комбінованого вироблення теплоти та електричної енергії, що здійснюється на теплоелектроцентралі (ТЕЦ). За рахунок комбінованого вироблення на ТЕЦ теплоти й електроенергії істотно знижується питома витрата палива на вироблення електроенергії в порівнянні з роздільним виробленням теплоти в котельні, а електроенергії – на конденсаційній електричній станції (КЕС).

Завдяки об'єднанню процесу вироблення електроенергії з одержанням теплоти для централізованого тепlopостачання в єдиному технологічному циклі поліпшується використання палива на ТЕЦ і здешевлюється будівництво

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата						11

теплових мереж. Ці переваги характерні для ТЕЦ як джерела теплопостачання в порівнянні з великими районними котельнями.

Теплова мережа – один з найбільш дорогих і трудомістких елементів систем централізованого теплопостачання. Це теплопроводи – такі спорудження, що складаються із з'єднаних між собою зварюванням сталевих труб, теплової ізоляції, компенсаторів теплових подовжень, запірної і регулюючої арматури, будівельних конструкцій, рухомих і нерухомих опор, камер, дренажних і повітровипускних пристроїв.

За кількістю паралельно прокладених теплопроводів теплові мережі можуть бути однотрубними, двотрубними та багатотрубними.

Водяні теплові мережі за способом приготування води для гарячого водопостачання поділяються на закриті і відкриті.

Радіальні мережі споруджують з поступовим зменшенням діаметрів теплопроводів у напрямку від джерела теплоти. Такі мережі найбільш прості й економічні щодо початкових витрат. Їх основний недолік – відсутність резервування.

При застосуванні перемичок теплова мережа перетворюється в радіально-кільцеву. Відбувається частковий перехід до кільцевих мереж. Хоча кільцювання мереж здорожує їх, але підвищується надійність теплопостачання, створюється можливість резервування.

За способом прокладки теплові мережі поділяють на підземні і надземні (повітряні). Надземна прокладка теплових мереж рекомендується переважно при високому рівні ґрунтових вод.

Найбільш часто трубопроводи прокладаються під землею: у прохідних каналах і колекторах, у напівпрохідних і непрохідних каналах, безканална (у захисних оболонках різної форми і з засипною теплоізоляцією). По трасі підземного теплопроводу влаштовують спеціальні камери і колодязі для встановлення арматури, вимірювальних приладів, чепцевих компенсаторів тощо, а також місця для П-подібних компенсаторів.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						12

Для приєднання теплоспоживних систем до водяних теплових мереж використовують дві принципово відмінні схеми – залежну і незалежну. При залежній схемі приєднання вода з теплової мережі надходить безпосередньо в системи абонентів. При незалежній схемі вода з мережі надходить на теплообмінний апарат, де нагріває вторинний теплоносій, що використовується у системах. Незалежна схема є більш раціональною, а іноді і єдино прийнятною. Ця схема дорожче і складніше залежного приєднання. Залежне (безпосереднє) приєднання з водоструминним елеватором для підмішування охолодженої води широко застосовується для житлових і суспільних будинків.

Теплові пункти – важлива ділянка в системах централізованого тепlopостачання, що зв'язує теплову мережу зі споживачами і є вузлом приєднання споживачів теплової енергії до теплової мережі. Основне призначення теплового пункту полягає в підготовці теплоносія визначеної температури і тиску, регулюванні їх, підтриманні постійної витрати, обліку споживання теплоти. Теплові пункти поділяються на: індивідуальні теплові пункти (ІТП) і центральні (ЦТП).

Основне устаткування теплових пунктів складається з елеваторів, відцентрових насосів, теплообмінників, змішувачів, акумуляторів гарячого водopостачання, приладів контролю й обліку теплоти і пристроїв для захисту від корозії й утворення відкладень у системах гарячого водopостачання.

Під надійністю системи тепlopостачання розуміють її здатність забезпечити безперебійну подачу теплоти споживачам із заданими параметрами. З трьох основних ділянок централізованого тепlopостачання міст (джерело теплоти – теплова мережа – споживач) найменшу надійність має середня ділянка – теплова мережа [2].

												Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								13

Таблиця 1.1 - Проблеми в теплопостачанні та розподілу теплової енергії

ТЕС	Магістральні теплопроводи	ЦТП	Розподільчі теплові мережі	Споживачі
Проблеми				
- 92,1% енергоблоків фізично зношені та 63,8% перетнули межу граничного ресурсу; - робота відбувається в умовах надлишку встановлених потужностей енергоблоків.	- Низька надійність теплоtras та незадовільна теплоізоляція; - великі втрати тепла до 10%; - часті аварії; загальна зношеність близько 70%.	- Близько 40% в аварійному стані; прокладені в перебої урізних конструкцій; гарячому водопостачанні; - перевитрата (26%), 14% перебуває паливно-енергетичних ресурсів.	- Переважно розподільчі мережі в аварійному стані; постійні неспроможності каналів теплопостачання; велика кількість пошкоджень ізоляції в аварійному стані, 34,7% амортизовано; не захищені від проникання ґрунтових вод; - змочування теплоізоляції.	- Понад нормативне зношення розподільчих мереж житлових будинків та об'єктів соціальної інфраструктури; - недостатність або неякісність приладів обліку; заборгованість споживачів за теплоенергію.

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

2.1 Загальні відомості про підприємство.

Об'єктом дослідження є приміщення ТОВ «Перспектива-С», що розташовані за адресою Україна, м. Суми, вул. Д. Коротченка, 12.

Офісні і допоміжні приміщення ТОВ «Перспектива-С» розташовані на першому поверсі дев'ятиповерхового будинку. Вікна виходять на захід і північ.

Підприємство «Перспектива-С» здійснює продаж організаціям і населенню кондиціонери провідних виробників, є представником торгових марок «Panasonic», «Mitsubishi», здійснює монтаж, технічне обслуговування, ремонт та налаштування кондиціонерів.

Напрямки діяльності ТОВ «Перспектива-С»:

- промислова вентиляція приміщень, з використанням власного виробництво повітроводів круглого та прямокутного перерізів;
- послуги з алмазного свердління отворів в залізобетоні, цеглі, граніті тощо під кухонні витяжки, опалення, каналізацію;
- монтаж металопластикових вікон;
- виготовлення відливів, козирків, та інших металовиробів з листового матеріалу (оцинковка, сталь пофарбована, поліестер, нержавсталь);
- виготовлення і продаж москітних сіток, підвіконь, пластикових відкосів.

Будівля, що обстежується знаходиться за адресою вул. Д. Коротченка, 12 та була побудована у 1976 році.

Режим роботи – сім днів на тиждень з 9.00 до 18.00.

Площа офісних і допоміжних приміщень – 69,8 м².

Будівельний об'єм – 230 м³.

Покрівля – суміщена рулонна не вентильована з внутрішніми водостоками.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

У табл. 2.1. представлена коротка технічна характеристика огорожуючі конструкцій будівлі.

Таблиця 2.1 – Технічний стан будівельних конструкцій приміщення

№ п/п	Найменування конструктивних елементів	Коротка технічна характеристика
1	Фундамент	Залізо-бетонний
2	Стіни	Цегла (силікатна)
3	Плити перекриттів	Залізобетонні плити
4	Перегородки	Цегляні, оштукатурені,
5	Підлога	Цемент, лінолеум, плитка
6	Віконні заповнення	Дерев'яні подвійні
7	Дверні заповнення	Дерев'яні

2.2 Система електрозабезпечення об'єкта, що обстежується

Електрична енергія надходить від трансформаторної підстанції ТП-282, яка знаходиться на балансі обласної електропостачальної організації «Сумиобленерго». Живлення електроенергією об'єкту (напруга 220 В) здійснюється від електрощитової, що знаходиться на першому поверсі. Облік спожитої електроенергії здійснюється трифазним лічильником САЧУ – И672М.

Основними споживачами електричної енергії є : системи освітлення, офісна техніка, побутові прилади, інше обладнання.

Обсяги споживання електричної енергії досліджуваного об'єкту у 2017-2019 роках наведені в табл. 2.2. та на рис 2.1. Максимуми споживання електроенергії приходяться на зимово-осінній період, а мінімум – на літній

період.

Таблиця 2.2.– Обсяги споживання електричної енергії у 2017-2019 роках

Місяць	Спожито електроенергії, кВт·год		
	2017 рік, кВт·год	2018 рік, кВт·год	2019 рік, кВт·год
Січень	457	481	426
Лютий	317	302	327
Березень	202	202	20/
Квітень	222	202	207
Травень	111	121	158
Липень	414	401	378
Червень	404	421	407
Серпень	441	441	407
Вересень	456	472	418
Жовтень	294	345	327
Листопад	315	326	349
Грудень	354	327	349
Всього	4026	4009	3929

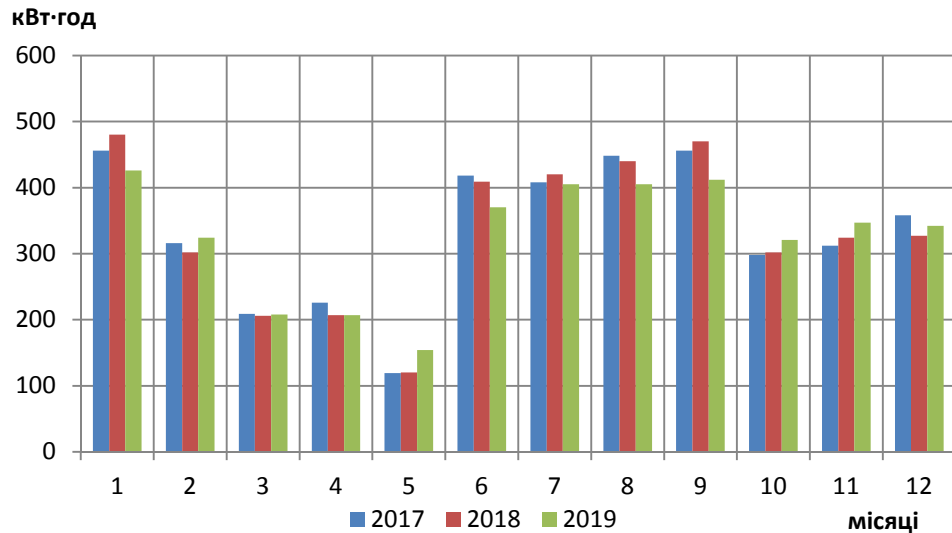


Рисунок 2.1 – Споживання електричної енергії на обстежуваному об’єкті впродовж 2017-2019 років

Значне коливання обсягів споживання електричної енергії протягом року можна пояснити підвищеними витрати електроенергії на освітлення в зимовий період і використання власних електрообігрівальних приладів в зимовий період.

2.3 Система теплозабезпечення об’єкта, що обстежується

Офісні приміщення ТОВ «Перспектива-С» отримують теплову енергію від ТОВ "Сумитеплоенерго". Теплоносієм є вода, що подається на об’єкт за температурним графіком. У підвальному приміщенні будинку за адресою вул. Д. Коротченка, 12 встановлений лічильник теплової енергії VKP-431, \varnothing 150, в комплекті з лічильником води WS-50. Представники експлуатуючої організації разом з представниками ТОВ "Сумитеплоенерго" один раз на місяць знімають показання з вузла обліку теплової енергії. Загальна кількість теплової енергії, яка споживається за місяць, пропорційно до площі розподіляється між мешканцями (власниками квартир).

Тривалість опалювального періоду становить 6 місяців, починаючи з 15 жовтня і закінчуючи 15 квітня. Залежно від різних погодних умов тривалість опалювального періоду кожного року може змінюватись. Опалювальний період починається при зниженні середньодобової температури зовнішнього повітря

нижче +8 °С і закінчується при підвищенні середньодобової температури повітря вище +8 °С протягом 3-х діб. Цим пояснюється нерівномірність споживання теплової енергії під час року.

На опалення досліджуваного об'єкту у 2017 році було спожито 5,761 Гкал. У 2019 році було спожито вже 6,692 Гкал. Обсяги споживання теплової енергії на опалення офісних приміщень ТОВ «Перспектива-С» у 2017, 2018 і 2019 роках відображено в табл. 2.3. Відзначається тенденція до збільшення споживання теплової енергії на опалення об'єкту в 2017 р. по відношенню до 2019р. Динаміка споживання теплової енергії в 2017, 2018 і 2019 роках представлена на рис.2.2.

Таблиця 2.3.– Обсяги споживання теплової енергії на опалення у 2017-2019 р.

Місяць	Спожито теплової енергії на опалення, Гкал		
	2017 рік	2018 рік	2019 рік
Січень	1,342	1,434	1,267
Лютий	1,014	1,265	1,415
Березень	0,966	0,934	1,054
Квітень	0,455	0,414	0,685
Травень			
Липень			
Червень			
Серпень			
Вересень			
Жовтень	0,195	0,400	0,255
Листопад	0,868	0,800	0,956
Грудень	1,136	1,080	1,067
Всього	5,767	6,348	6,697

Значне коливання обсягів споживання теплової енергії протягом розглядуваних років можна пояснити змінністю температури навколишнього середовища в зимовий період, що залежить від низки не прогнозованих факторів.

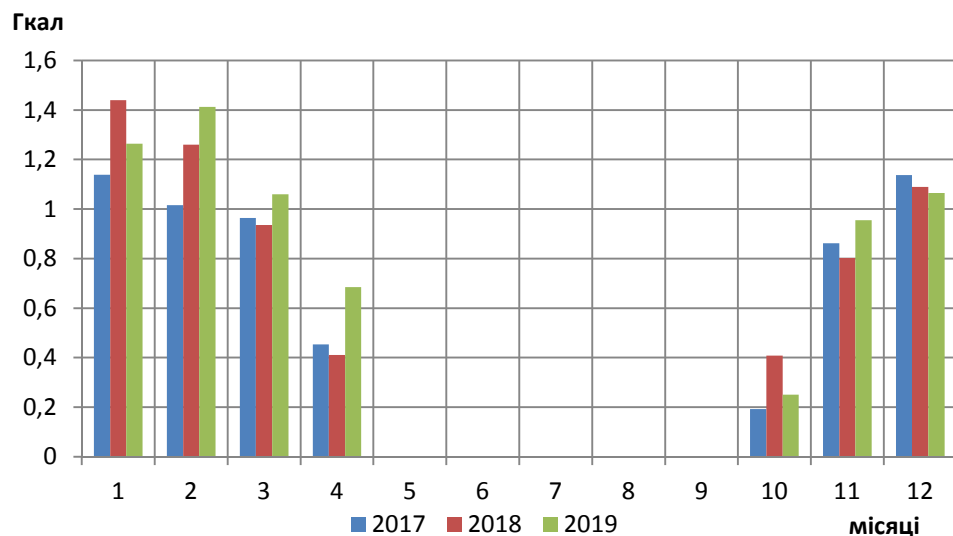


Рисунок 2.2 – Споживання теплової енергії на обстежуваному об’єкті впродовж 2017-2019 років

2.4 Система водозабезпечення об’єкта, що обстежується

Водопостачання офісних приміщень ТОВ «Перспектива-С» здійснюється централізовано комунальним підприємством «Міськводоканал». Водопровідна мережа – прямоточна, тиск води $2 \div 4$ кгс/см², діаметри трубопроводів 50 мм. Система каналізації – побутова з діаметрами трубопровідної мережі 100 мм.

Зовнішні водопровідні та каналізаційні мережі знаходяться на балансі постачальника. Стан трубопроводів холодної води – незадовільний, труби в іржі і потребують заміни. Водозабірні арматури застаріли.

На водопостачання досліджуваного об’єкту у 2017 році було спожито 30 м³ води. У 2019 році було спожито вже 43 м³. Обсяги споживання води офісними приміщеннями ТОВ «Перспектива-С» у 2017, 2018 і 2019 роках відображені в табл. 2.4. Відзначається тенденція до збільшення споживання води. Динаміка споживання води в 2017, 2018 і 2019 роках представлена на рис.1.3.

Таблиця 2.4.– Обсяги споживання води у 2017-2019 р.

Місяць	Спожито води, м ³		
	2017 рік	2018 рік	2019 рік
Січень	5	2	1
Лютий	5	2	5
Березень	4	3	5
Квітень	6	4	3
Травень	7	5	2
Липень	7	7	6
Червень	5	7	8
Серпень	5	3	6
Вересень	1	5	5
Жовтень	1	3	9
Листопад	5	2	2
Грудень	5	8	4
Всього	38	36	45

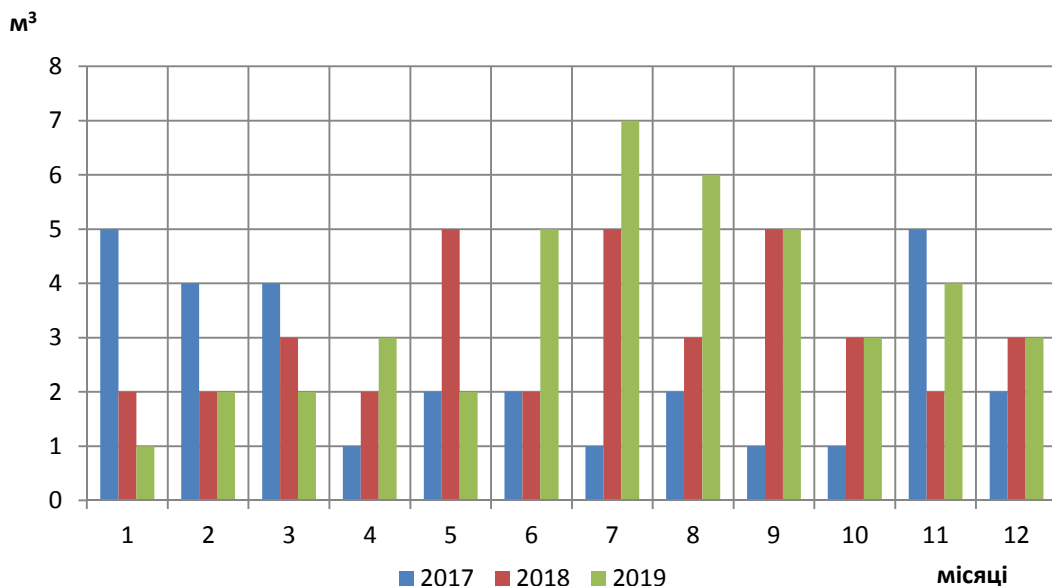


Рисунок 2.3 – Споживання води на обстежуваному об’єкті впродовж 2017-2019 років

Враховуючи зазначене вище, в загальній вартості енергоресурсів, які споживає об’єкт (див рис. 1.4): 47 % – електрична енергія, 46 % – теплова енергія, 7% – холодне і гаряче водопостачання (дані за 2019 рік).

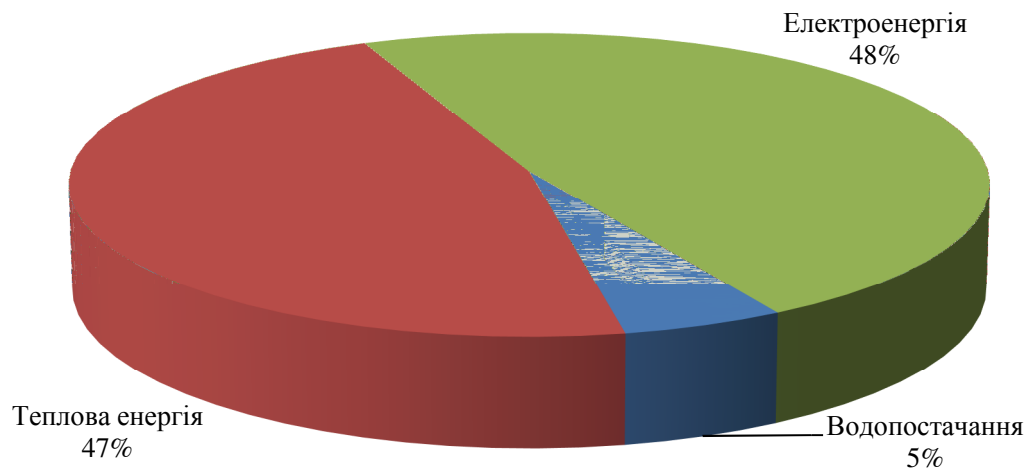


Рисунок 2.4 – Кругова діаграма споживання ПЕР та води на об’єкті

3 ОПИС ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОГО АУДИТУ

3.1 Обладнання, яке використовується для енергетичного аудиту систем теплозабезпечення

При проведенні енергетичного аудиту систем опалення використовують наступні вимірювальні прилади: вимірювальна рулетка, пірометр, універсальний вимірювач температури.

Вимірювальна рулетка служить для визначення геометричних розмірів приміщень. Границя виміру приладу складає 7,5 м, похибка $\pm 0,5$ мм.

Переносний низькотемпературний пірометр моделі МТ2 - швидкодіючий, компактний та легкий у використанні пірометр пістолетного типу. Завдяки властивостям даного пірометра можна вирішити значну кількість задач контролю температури безконтактним методом. Його використовують для діагностики систем кондиціонування, опалення та вентиляції, обслуговування автомобілів та протипожежних систем, об'єктів харчової промисловості (холодильних камер, духових печей, кухонних плит, посудомийних машин).

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики лазерного пірометра MiniTemp МТ1

Коефіцієнт випромінювання	0,96
Наявність лазера (клас II)	Точковий цілевказівник
Збереження інформації на дисплеї	5 сек
Підсвічування екрану	Автоматичне
Допустима відстань	До 140 см
Діапазон вимірювань	Від -18 °С до +275 °С
Точність, %	± 2
Робоча температура, °С	0...50
Розміри, мм	152x101x38
Вага, кг	0,227

Температуру повітря в приміщенні та ззовні вимірюється за допомогою універсального вимірювача температури, вологості та точки роси Testo 605-H1.

Принцип дії універсального вимірювача засновано на залежності опору його термочутливого елемента від концентрації пари води у повітрі, а також на реєстрації температури, при якій повітря досягає стану насичення при незмінному тиску.

Таблиця 3.2 - Основні технічні характеристики вимірювача Testo 605-H1

Діапазон вимірювань	Від -20 до +70 °С
Похибка вимірювань	±0,5
Роздільна здатність	0,1
Робоча температура	Від 0 до +50 °С
Довжина зонда	125 мм
Діаметр зонда:	
- в основі	16 мм
- біля чутливого елемента	12 мм
Джерело живлення та його ресурс	3 батарейки типу CR 2032, 200 годин (750 вимірів по 2 хв.)

3.2 Обладнання, яке використовується для енергетичного аудиту систем електрозабезпечення

Для аудиту систем електропостачання використовуються такі прибори:

1. Вимірник опору електроізоляції МІС-1000, який призначений для безпосереднього виміру опору ізоляції кабельних ліній, трансформаторів, двигунів, інших електор і телекомунікаційних установок. Прилад має дуже важливу функцію: можливість вимірювати опір ізоляції за три часові проміжки й за цими значеннями обчислювати коефіцієнти абсорбції (зволоженості) і поляризації (старіння ізоляції). Реєстрація результатів виміру в пам'яті приладу й

на комп'ютері дозволяє контролювати стан ізоляції із часом. Убудована схема автоматичної зарядки акумуляторів від зовнішнього блоку живлення забезпечує їхнє оптимальне обслуговування й збільшує термін служби.



Рисунок 3.1 – Вимірник опору електроізоляції МІС-1000

2. Вимірник опору петлі фаза-нуль ИФН-200, який призначений для виміру повного, активного й реактивного опору ланцюга фаза-нуль, без відключення джерела живлення; вимір напруги змінного струму; вимір опору постійному струму (режим омметра); вимір опору металозв'язку струмом до 250 мА для опорів <math><20\text{ Ом}</math>; обчислення очікуваного струму короткого замикання, приведенного до напруги мережі 220 В; обчислення кута зрушення фаз між напругою й струмом при короткому замиканні.



Рисунок 3.2 – Вимірник опору петлі фаза-нуль ИФН-200

3. Прилад електровимірювальний багатофункціональний (тестер) Ц4317.3, призначений для виміру: сили й напруги постійного струму;

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

середньоквадратичного значення напруги змінного струму синусоїдальної форми; опору постійному струму. Відмінна риса - наявність звукової продзвонки, зручний складний корпус.



Рисунок 3.3 – Прилад електровимірювальний багатofункціональний (тестер) Ц4317.3

3.3 Обладнання, яке використовується для енергетичного аудиту систем освітлення

Для проведення вимірів та аналізу системи освітлення використовується такі прилади: фотометр цифровий, мультиметр та рулетка.

Фотометр призначений для виміру освітленості, формованої природним і штучним світлом, джерело якого розташоване довільно від головки фотометричної, і для виміру яскравості об'єктів штучного освітлення у нормальних кліматичних умовах: температура навколишнього середовища від 5 до 40 оС; відносна вологість повітря від 60 до 95%; атмосферний тиск (100±4) кПа (760±30 мм рт.ст.). Технічні характеристики фотометра наступні:

- діапазон виміру освітленості становить: від 10 до 105 лк із косинусною насадкою та від 0,1 до 104 без косинусної насадки;
- діапазон виміру яскравості – від 10 до 2· 10⁵ Кд/м²;
- нестабільність вимірів фотометра становить не більше 1% і забезпечується конструкцією;
- живлення фотометра здійснюється від вбудованої акумуляторної батареї

напругою 9 В або від блоку живлення, що працює від мережі напругою (220 ± 22) В и частотою $(50\pm 0,5)$ Гц у двох режимах: режим джерела напруги 9 В и режим заряду акумуляторної батареї;

- час безперервної роботи від акумуляторної батареї становить не менш 8 годин;
- споживана потужність фотометра не перевищує 0,1 Вт;
- час встановлення робочого режиму не більше 1 хв.;

Фотометр складається з електронного блоку, голівки фотометричної зі знімною косинусною насадкою, насадкою для виміру яскравості й блоку живлення. На лицьовій панелі приладу розташоване цифрове табло (три повних й один неповний десятинні розряди), перемикач живлення із двома положеннями “Вкл” й “ЗО” (заряд акумуляторної батареї та відключене), два регулювання “под шлиц” для установки нуля - грубо й плавно, перемикач каналів виміру: освітленості (E), яскравості (L), перемикач меж виміру на чотири робітників положення. На торці приладу встановлене роз’ім для підключення блоку живлення. Принцип роботи фотометра полягає в наступному: світловий потік, потрапляючи на фоточутливий елемент голівки фотометричної, генерує фотострум, перетворений перетворювачем струм-напруга в пропорційне йому напругу постійного струму. Аналого-цифровий перетворювач перетворює напругу в цифровий код, виведений на рідиннокристалічний індикатор. Схема вибору меж вимірів задає коефіцієнт перетворення, величину опорної напруги на аналого-цифровому перетворювачі й положення коми на рідиннокристалічному індикаторі. При проведенні вимірів освітленості всередині приміщення повернену нагору пластинку фотоелемента необхідно тримати паралельно підлоги на рівні робочої поверхні. Зовнішня освітленість повинна визначатися по горизонтальній площині, освітлюваною всією небесною півсферою, тому замір треба проводити на відкритій з усіх боків ділянці, де небокрай не затінений близько розташованими будинками або деревами.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					27

4. ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ МЕТОДИК РОЗРАХУНКУ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ТА ОСВІТЛЕННЯ

Тепловий баланс складається для визначення надлишків або недостачі тепла, які повинна компенсувати система.[2]

4.1 Методика розрахунку тепловтрат будівлі через огороджуючі конструкції

Даний розрахунок необхідний для визначення об'ємів втрат теплової енергії, щоб встановити потенціал економії витрат на споживання енергоносіїв після впровадження енергозберігаючих заходів.

Тепловтрати через огороджуючі конструкції:

$$Q_{огр} = Q_{ст.з} + Q_{пер} + Q_{nid} + Q_{вікн} + Q_{дв}. \quad (4.1)$$

Тепловтрати через зовнішні огороджуючі конструкції:

$$Q_{ст.з} = K_{ст} \cdot \Sigma F_{ст} \cdot (t_в - t_з), \quad (4.2)$$

де $K_{ст} = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_з} + \Sigma \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_в}}$ - коефіцієнт теплопередачі, Вт/м² К ;

де λ_i - коефіцієнт теплопровідності матеріалів, Вт/(м·К);

δ_i - товщина однотипних огороджуючих конструкцій, м;

$\alpha_з, \alpha_в$ - коефіцієнти тепловіддачі від внутрішньої та зовнішньої поверхні

стінки, $\frac{Вт}{м^2 К}$.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

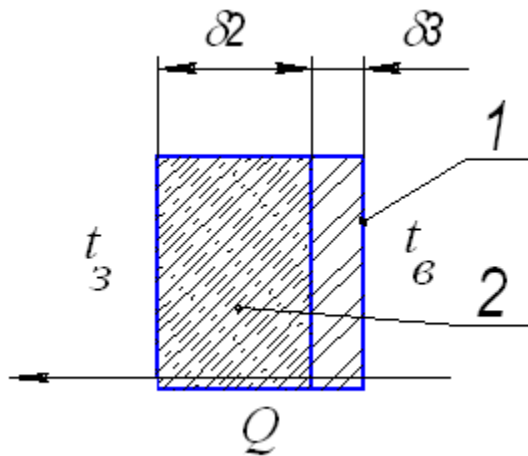


Рисунок 4.1 – Фрагмент стіни огорожуючої конструкції: 1 – шар внутрішньої штукатурки; 2 – шар цегляної кладки.

Площа зовнішніх стін:

$$F_{3C} = (L \cdot H) - \Sigma F_{\delta} - \Sigma F_{\delta}, \quad (4.3)$$

де ΣF_{δ} загальна площа вікон, m^2 ;

ΣF_{δ} - загальна площа зовнішніх дверей, m^2 ;

L, H - характерні розміри зовнішньої стінки, м;

Тепловтрати крізь нещільності віконних огорожень (на інфільтрацію холодного повітря):

$$Q_{\text{інф.вік}} = G_{\text{з.вік}} \cdot c \cdot (t_6 - t_3) \cdot 10^3, \quad (4.4)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$;

t_6, t_3 – температури повітря в середині приміщення та зовнішнього відповідно, $^\circ\text{C}$;

$G_{\text{з.вік}}$ – кількість холодного повітря, що інфільтрується, крізь нещільності віконних огорожень, $\text{кг}/\text{с}$:

$$G_{\text{з.вік}} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot L_{\text{вік}} \cdot v_{\text{ср.вік}} \cdot m_n \cdot n_{\text{вік}}, \quad (4.5)$$

де $L_{вік}$ – довжина периметру одного вікна, м;

$v_{cp.вік}$ – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря крізь нещільності віконного огороження за результатами виконаних вимірів, м/с;

m_n – маса 1 м³ повітря, що дорівнює 1,3 кг;

$n_{вік}$ – кількість однакових віконних огорожень у приміщені.

Тепловтрати крізь площину скління у приміщені за рахунок теплопровідності:

$$Q_{cm} = K_{ск} \cdot (t_в - t_з) \cdot n_{вік}, \quad (4.6)$$

де F_{cm} – площа скління одного вікна, м²;

$t_в, t_з$ – температури повітря всередині приміщення та назовні відповідно, °С;

$n_{вік}$ – кількість однакових віконних огорожень у приміщені;

$K_{ск} = 2,5 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$ – коефіцієнт теплопередачі вікна ;

- для дерев'яних віконних рам с однокамерним склінням – опір теплопередачі: $R_{ск} = 0,4 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$;

Тепловтрати крізь нещільності зовнішніх дверних проємів (на інфільтрацію холодного повітря):

$$Q_{инф.з.д} = G_{з.д} \cdot c \cdot (t_в - t_з) \cdot 10^3, \quad (4.7)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює кДж/кг·°С;

$t_в, t_з$ – температури повітря всередині приміщення та назовні відповідно, °С;

$G_{з.д}$ – кількість холодного повітря, що інфільтрується, крізь нещільності дверних огорожень, кг/с:

$$G_{з.д} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot L_{з.д} \cdot v_{cp.з.д} \cdot m_n \cdot n_{з.д}, \quad (4.8)$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

де $L_{3,д}$ – довжина периметру одної двері, м;

$v_{cp,3,д}$ – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря крізь нещільності дверного огороження за результатами виконаних вимірів, м/с;

m_n – маса 1 м³ повітря, що дорівнює 1,3 кг;

$n_{3,д}$ – кількість однакових дверних огорожень у приміщені.

Тепловтрати крізь площу дверних огорожень за рахунок теплопровідності матеріалів:

$$Q_{3,д} = K_{3,д} \cdot F_{3,д} (t_в - t_з) \cdot n_{3,д} \cdot \beta_{3,д}, \quad (4.9)$$

де $F_{3,д}$ – площа одної зовнішньої двері, м²;

$t_в, t_з$ – температури повітря всередині приміщення та назовні відповідно, °С;

$n_{3,д}$ – кількість однакових зовнішніх дверей у приміщені;

$\beta_{3,д}$ – коефіцієнт добавки на відкривання зовнішніх дверей, що дорівнює $\beta_{3,д}=4$;

$K_{3,д} = 2,0 \frac{Вт}{м^2 К}$ – коефіцієнт теплопередачі зовнішніх дверей.

4.2 Розрахунок тепловтрат через огорожуючи конструкції

Тепловтрати через зовнішні огорожуючи конструкції (4.2):

$$Q_{ст.з} = 1,26 \cdot 48,5(18 + 5,6) = 1442 Вт$$

де $K_{ст} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,5}{0,81} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{1}{23}} = 1,26 \frac{Вт}{м^2 К}$ – коефіцієнт теплопередачі, Вт/(м²К);

Для кладки цегляної коефіцієнт теплопровідності:

$$\lambda_2 = 0,81 \frac{Вт}{м \cdot К}, \quad \delta_2 = 500 мм;$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

для штукатурки: $\lambda_1 = 0,93 \frac{Вт}{м \cdot К}$; $\delta_1 = 15 мм$;

Коефіцієнти тепловіддачі від внутрішньої та зовнішньої поверхні стінки:

$$\alpha_3 = 8,7 \frac{Вт}{м^2 К}; \alpha_6 = 23 \frac{Вт}{м^2 К}.$$

Площа зовнішніх стін (4.3):

$$F_{cm} = (21,12 \cdot 3,3) - 16,8 - 4,4 = 48,5 м^2$$

де $\Sigma F_{вік} = 2 \cdot 2,1 \cdot 2,0 + 4,2 \cdot 2 = 16,8 м^2$ - загальна площа вікон,

$\Sigma F_{д} = 2 \cdot 1,1 \cdot 2,0 = 4,4 м^2$ - загальна площа зовнішніх дверей;

$L = 21,12 м$ - периметр зовнішньої стінки;

$H = 3,30 м$ - висота приміщення.

Тепловтрати крізь нещільності віконних огорожень (на інфільтрацію холодного повітря (4.4)):

$$Q_{інф.вік} = 0,015 \cdot 1 \cdot (18 + 5,6) \cdot 10^3 = 354 Вт,$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1 кДж/(кг \cdot ^\circ C)$; [4]

t_6, t_3 – температури повітря всередині приміщення та зовнішнього відповідно, $^\circ C$;

$G_{з.вік}$ – кількість холодного повітря, що інфільтрується, крізь нещільності віконних огорожень (4.5):

$$G_{з.вік} = 2 \cdot 10^{-3} \cdot 28,8 \cdot 0,2 \cdot 1,3 = 0,015 кг/с,$$

де $L_{вік} = 2 \cdot 2(2,1 + 2,0) + 2(4,2 + 2,0) = 28,8 м$;

Тепловтрати крізь площину скління у приміщенні за рахунок

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					32

теплопровідності (4,6):

$$Q_{ски} = 1,3 \cdot 16,8 \cdot (18 + 5,6) = 516 \text{ Вт},$$

де F_{cm} – площа скління віконних отворів, м²;

$t_в, t_з$ – температури повітря всередині приміщення та назовні відповідно, °С;

$n_{вик}$ – кількість однакових віконних огорожень у приміщенні;

$K_{ск} = 1,3 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$ – коефіцієнт теплопередачі вікна (для пластикових віконних рам с однокамерним склінням – опір теплопередачі: $R_{ск} = 0,77 \text{ м}^2 \cdot \text{°С/Вт}$)

Тепловтрати крізь нещільності зовнішніх дверних отворів (на інфільтрацію холодного повітря) визначалися за формулою (4.7)

$$Q_{инф.з.д} = 0,015 \cdot 1 \cdot (18 + 5,6) \cdot 10^3 = 354 \text{ Вт},$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює $1 \text{ кДж/(кг} \cdot \text{°С)}$;

$t_в = 18^\circ\text{С}, t_з = -5,6^\circ\text{С}$ – температури повітря всередині приміщення та ззовні відповідно;

$G_{з.д}$ – кількість холодного повітря, що інфільтрується, крізь нещільності дверних огорожень (4.8)

$$G_{з.д} = 5 \cdot 10^{-3} \cdot 6,2 \cdot 0,2 \cdot 1,3 \cdot 2 = 0,015 \text{ кг/с},$$

де $L_{з.д} = 6,2 \text{ м}$ – довжина периметру одної двері, м;

$v_{ср.з.д} = 0,2 \text{ м/с}$ – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря крізь нещільності дверного огороження;

m_n – маса 1 м^3 повітря, що дорівнює $1,3 \text{ кг}$;

$n_{з.д} = 2$ – кількість однакових дверних огорожень у приміщенні.

Тепловтрати крізь площу дверних огорожень за рахунок

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					33

теплопровідності матеріалів (4.9):

$$Q_{3,d} = 2,0 \cdot 1,2 \cdot (18 + 5,6) \cdot 2 \cdot 2 = 257 \text{ Вт},$$

де $F_{3,d} = 2,2 \text{ м}^2$ – площа зовнішніх дверей;

$t_в = 18^{\circ}\text{C}$, $t_з = -5,6^{\circ}\text{C}$ – температури повітря всередині приміщення та назовні відповідно;

$n_{3,d} = 2$ – кількість однакових зовнішніх дверей у приміщенні;

$\beta_{3,d}$ – коефіцієнт добавки на відкривання зовнішніх дверей, що дорівнює $\beta_{3,d} = 2$;

$K_{3,d} = 1,6 \text{ Вт/м}^2 \text{ К}$ коефіцієнт теплопередачі.

Загальний тепловий баланс будівлі визначається, як сума тепловтрат через кожен з елементів конструкції.

Фактичні тепловтрати:

$$Q_{ст.з} = 1,442 \text{ кВт};$$

$Q_{підл} \approx 0 \text{ кВт}$, будівля по периметру фундаменту має підвальне приміщення.

$$Q_{вік} = 0,87 \text{ кВт};$$

$$Q_{дв} = 0,6 \text{ кВт};$$

$$\Sigma Q_{огр} = 1,44 + 0,87 + 0,6 = 2,91 \text{ кВт}.$$

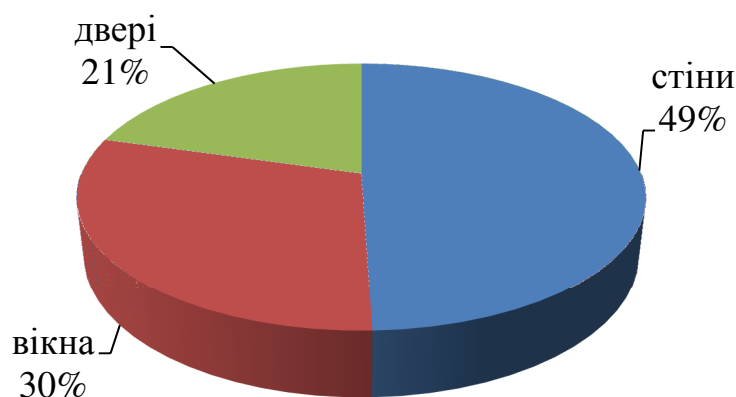


Рисунок 4.2 – Питома вага тепловтрат через різні огорожуючі конструкції в загальному тепловому балансі будівлі

4.3 Методика розрахунку теплонадходжень будівлі

Теплонадходження від людей:

$$Q_L = \beta_{\Gamma} \cdot \beta_{ОД} \cdot \beta_{ЗМ} \cdot (2,5 + 10,3\sqrt{v_B}) \cdot (35 - t_{\Gamma}), \quad (4.10)$$

де β_{Γ} – коефіцієнт, що враховує інтенсивність виконуваної людиною роботи, приймаємо для легкої роботи рівний 1;

$\beta_{ОД}$ – коефіцієнт, що враховує теплозахисні властивості одягу і рівний для звичайного одягу – 0,66;

$\beta_{ЗМ}$ – коефіцієнт, що враховує тривалість перебування людей в будівлі, для школи – 0,5

v_B – рухливість повітря в приміщенні (у житлових і адміністративних будівлях $v_B \approx 0,1 \dots 0,15$ м/с) приймаємо усереднено 0,12 м/с;

t_{Γ} – температура приміщення, °С.

Теплонадходження від джерел освітлення

$$Q_{осв} = N_{л} \cdot k_{осв} \cdot n_{л} \cdot k_{з}, \text{ Вт} \quad (4.11)$$

де $N_{л}$ – потужність одного джерела освітлення, Вт;

$k_{осв}$ – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову;

$k_{з}$ – коефіцієнт завантаження освітлення;

$n_{л}$ – кількість однотипних джерел освітлення.

Теплонадходження від сонячної радіації

$$Q_{рад} = q_n \cdot F_{вік} \cdot k_{О.П}, \text{ Вт} \quad (3.12)$$

де q_n – тепловий потік, що надходить через 1 м² скління, Вт/м²;

$F_{вік}$ – площі заповнення світлових прорізів, м²;

									Лист
									35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$k_{0.П}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу.

Сумарні теплонадходження

$$Q_{тн} = Q_{л} + Q_{осв} + Q_{рад}, \text{ Вт} \quad (3.13)$$

Визначення теплової потужності всієї будівлі

$$\Delta Q = \Sigma Q_{втр} - \Sigma Q_{тн}, \text{ Вт} \quad (3.14)$$

де: $\Sigma Q_{втр}$ - сумарні тепловтрати по поверху, Вт;

$\Sigma Q_{тн}$ - сумарні теплонадходження по поверху, Вт.

4.4 Розрахунок теплонадходжень будівлі

Теплонадходження від людей (3.10):

$$Q_{люд} = 1 \cdot 0,66 \cdot 0,5(2,5 + 10,3\sqrt{0,12}) \cdot (35 - 18) = 34 \text{ Вт},$$

де β_I – коефіцієнт, що враховує інтенсивність виконуваної людиною роботи, приймаємо для легкої роботи рівний 1;

$\beta_{од}$ – коефіцієнт, що враховує теплозахисні властивості одягу і рівний для звичайного одягу – 0,66;

v_B – рухливість повітря в приміщенні (у житлових і адміністративних будівлях $v_B \approx 0,1 \dots 0,15$ м/с) приймаємо усереднено 0,12 м/с;

$t_{П} = 18, \text{ }^\circ\text{C}$ – температура приміщення.

Загальна кількість тепла, що поступає в будівлю від усіх перебуваючих в ній людей:

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$\Sigma Q_{\text{люд}} = 34 \cdot 12 = 408 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від джерел освітлення (4.12):

$$Q_{\text{осв}} = 0,146 \cdot 0,95 \cdot 60 \cdot 20 = 169 \text{ Вт}$$

де $k_{\text{осв}} = 0,95$ – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову для ламп розжарювання;

$k_{\text{осв}} = 0,5$ – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову для люмінесцентних ламп;

$k_z = 0,146$ – коефіцієнт завантаження освітлення;

$N_l = 60 \text{ Вт}$ – потужність ламп розжарювання;

$n_l = 20 \text{ шт}$ – кількість ламп розжарювання;

Теплонадходження від сонячної радіації (4.13)

$$Q_{\text{рад}} = 80 \cdot 16,8 \cdot 0,6 = 806 \text{ Вт},$$

де $q_n = 80 \text{ Вт/м}^2$ – тепловий потік, що надходить через 1 м^2 скління;

$F = 16,8 \text{ м}^2$ – площі заповнення світлових прорізів;

$k_{\text{ол}} = 0,6$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу.

Сумарні теплонадходження

$$Q_{\text{тн}} = 34 + 408 + 806 = 1248 \text{ Вт}.$$

Визначення теплової потужності:

$$\Delta Q = Q_{\text{втр}} - Q_{\text{тн}}$$

$$\Delta Q = 2910 - 1248 = 1662 \text{ Вт}$$

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

4.5 Розрахунок кількості теплової енергії на опалення приміщення , що обстежується

Теплова потужність першого поверху $\Delta Q = 1,662 \text{ кВт}$.

Переведемо одиниці виміру Вт в кал/с:

$$\Delta Q = 1,662 \text{ кВт} = 1,662 \cdot 0,239 = 0,397 \text{ ккал/с}.$$

Річна кількість теплової енергії на опалення першого поверху:

$$Q = 0,397 \cdot 3600 \cdot 24 \cdot 181 = 6211854 \text{ ккал/оп.сезон} = 6,2 \text{ Гкал/оп.сезон}$$

4.6 Методика проведення аудита систем освітлення

При розрахунку штучного освітлення завданням розрахунку є визначення потрібної потужності електричної освітлювальної установки для створення в приміщенні заданої освітленості або, при відомому числі і потужності ламп, визначення очікуваної освітленості на робочій поверхні.

Проектуючи освітлювальну установку, необхідно вирішити ряд питань:

1. Вибрати систему освітлення. Визначаючи систему освітлення, необхідно враховувати, що економічніше система комбінованого освітлення, але в гігієнічному відношенні досконаліша система місцевого освітлення, оскільки створює більш рівномірний розподіл світлової енергії. Застосовуючи локалізоване загальне освітлення, можна найпростіше добитися високих рівнів освітленості на робочих місцях без значних економічних витрат. Застосування місцевих світильників підвищує освітленість, допомагає створити необхідну спрямованість світлового потоку.

2. Вибрати тип світильників. Для виробничих умов їх вибирають з урахуванням забрудненості повітряного середовища відповідно до вимог розподілу яскравості в полі зору і з вимогами вибуху і пожежобезпеки.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					38

3. Провести розподіл світильників і визначити їх кількість. Світильники можуть матися в своєму розпорядженні рядами, в шаховому порядку, ромбоподібно. Наприклад, якщо розташовувати світильники по сторонах квадрата, то сторона квадрата розраховується так : $L=1,4H_p$, где H_p – висота підвісу світильника над робочою поверхнею.

4. Визначити нормовану освітленість на робочому місці. Для цього необхідно визначити характер виконуваної роботи за найменшим розміром об'єкту розрізнення, оцінити контраст об'єкту з фоном і фон на робочому місці.

Для розрахунку загального рівномірного світла при горизонтальній робочій поверхні головним є метод світового потоку(коефіцієнт використання), враховуючий світовий потік, відбитого від стелі і стін. Світовий потік лампи F_{λ} (лм) при лампах розжарювання або світловий потік групи ламп світильників при люмінесцентних лампах розраховується за формулою:

$$F_{\lambda} = \frac{E_H \cdot z \cdot S \cdot k}{N \cdot \eta}, \quad (4.15)$$

де E_H – нормована мінімальна освітленість, лк;

S – площа освітлюваного приміщення, m^2 .

z – коефіцієнт мінімальної освітленості, рівний відношенню $\frac{E_{cp}}{E_{min}}$, значення

якого зазвичай знаходяться в межах 1,1-1,5;

N – число світильників в приміщенні, шт.;

k – коефіцієнт використання світлового потоку ламп, залежний від ККД і кривої розподілу сили світла світильника, коефіцієнта віддзеркалення стелі, висоти підвісу світильників і розмірів приміщення, визначуваний по таблицях.

Визначивши світовий потік лампи, вибирають найближчу стандартну лампу і визначають електричну потужність всієї освітлювальної системи. На практиці допускається відхилення потоку вибраної лампи від розрахункового до -10 і +20%, в протилежному випадку задається інша схема роз положення світильників.

Точковий метод застосовують для розрахунку локалізованого і місцевого освітлення, освітлення похилих площин і для перевірки розрахунку рівномірного загального освітлення, коли відбитим світловим потоком можна нехтувати.

У основу точкового методу покладено рівняння, що зв'язує освітленість і силу світла:

$$E = \frac{J_a \cdot \cos^3 \alpha}{k \cdot H_p^2}, \quad (4.16)$$

де J_a – сила світла в напрямі від джерела на дану точку робочої поверхні, лк;

α – кут між нормаллю робочої поверхні і напрямом світлового потоку на джерело, град.;

k – коефіцієнт запасу;

H_p – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м.

Дані про розподіл сили світла приводяться в довідниках.

При необхідності розрахунку освітленості в крапці, що створюється декількома світильниками, підраховують освітленість від кожного з них, а потім обчислюють арифметичну суму освітленості.

Метод питомої потужності є найбільш простим, але і найменш точним, тому його застосовують тільки при орієнтовних розрахунках.

Цей метод дозволяє визначити потужність кожної лампи для створення в приміщенні нормованої освітленості:

$$P_l = \frac{P \cdot S}{N}, \quad (4.17)$$

де P_l – потужність однієї лампи, Вт;

P – питома потужність, Вт/м²;

S – площа приміщення, м²;

N – число ламп в освітлювальній установці, шт.

						Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Значення питомої потужності приводяться в таблицях залежно від рівня освітленості, площі приміщення, висоти підвісу і типу світильників.

При проектуванні і пристрої природного освітлення враховуються наступні санітарні вимоги:

У всіх будівлях повинні бути прийняті заходи до максимального використання природного освітлення.

Вікна повинні розташовуватися на рівній відстані один від одного і від кутів будівлі (відстань між вікнами не повинна перевищувати двократної ширини вікна).

Верхній край вікна повинен розташовуватися, по можливості, ближче до стелі. Світло повинне падати на робоче місце з лівого боку. Бажано використовувати вікна без переплетінь.

						Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ

5.1 Розробка енергозберігаючих заходів в системі опалення

Енергозберігаючі заходи в системі опалення:

1. Приведення конвекторів в задовільний експлуатаційний стан (чистка від бруду, іржі, встановлення недостаючих пластинок), що значно покращить передачу температури від теплоносія до приміщення. Це може зробити обслуговуючий персонал ТОВ «Перспектива-С».

2. Встановлення тепловідбиваючих екранів між приладами опалення і стіною приміщенням. Тепловідбиваючі екрани (теплові дзеркала) для опалювальних приладів є теплоізоляційними прокладками з шаром. Вони повертають тепло від батарей, що даремно йде в найближчу до них стіну. Термін служби близько 10 років.

Монтаж тепловідбиваючих екранів може бути проведений працівниками ТОВ «Перспектива-С». Перед установкою тепловідбиваючих екранів опалювальні прилади слід очистити від пилу (що дає додатковий ефект). Вони окупаються менш ніж за один рік.

3. Провести роботу з персоналом (для того, щоб уникнути заставлення конвекторів меблями, оскільки погіршується теплопередача).

4. Ліквідація корозії та інкрустації в системі опалення, шляхом внутрішньої промивки системи опалення.

Хімічна промивка систем опалювання будинків дозволяє понизити витрати на опалювання будівлі на 2-4%. Час промивки однієї будівлі з опалювальним навантаженням 0,2 Гкал/час складає в середньому 3 дні. Періодичність промивки – один раз в 5 років. Промивку проводить спеціальна бригада.

Промивку не відносять до першочергових енергозберігаючих заходів.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						42

Необхідна товщина теплоізоляції:

$$\delta_{ym} = \left[R_{q \min} - \left(\frac{1}{\alpha_6} + R_{cm.3} + \frac{1}{\alpha_3} \right) \right] \cdot \lambda_{ym}, \quad (5.1)$$

Обираємо матеріал для утеплення – плити з резольно-формальдегідного пінопласта.

Характеристика в сухому стані: $\rho=100 \text{ кг/м}^3$, $C_0=1,68 \text{ кДж/кг}\cdot\text{К}$.

Розрахункові характеристики в умовах експлуатації: теплопровідність – $\lambda_p=0,076$; коефіцієнт теплосвоєння – $S=1,18 \text{ Вт/м}^2\cdot\text{К}$.

$$\delta_{ym} = \left[0,61 - \left(\frac{1}{7,6} + (0,309 + 1,5 + 0,012 + 0,012 + 0,011) + \frac{1}{23} \right) \right] \cdot 0,076 = 0,052 \text{ м}$$

Тепловтрати через зовнішні огорожуючі конструкції після утеплення (4.2):

$$Q_{cm.3} = 0,69 \cdot 48,5(18 + 5,6) = 889,7 \text{ Вт}$$

$$\text{де } K_{cm} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,5}{0,81} + \frac{0,015}{0,93} + \frac{0,05}{0,076} + \frac{1}{23}} = 0,69 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}} - \text{коефіцієнт теплопередачі,}$$

Теплові втрати через зовнішні стіни зменшаться з 1442 Вт до 889,7 Вт, тобто на 552 Вт.

Економія в загальному тепловому балансі буде становити:

$$Q_{E\%} = \frac{552}{2910} \cdot 100\% = 19\%.$$

На опалення за розрахунками витрачається 6,2 Гкал. Після проведення

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

утеплення огороджуючи конструкцій економія теплової енергії складе:

$$Q_E = 6,2 \cdot 0,19 = 1,2 \text{ Гкал}$$

Економія у грошовому еквіваленті (при ціні за 1 Гкал 1512,92) грн становить:

$$S_E = 1,2 \cdot 1512,92 = 1815,5 \text{ грн / рік}$$

Ціна плити пінополістирольної 1 м² (товщиною 0,05м) – 240 грн.

$$S_{I3}^{\text{стіни}} = 48,5 \cdot 240 = 11620 \text{ грн.}$$

Вартість нанесення теплоізоляції становить 50% (монтажні роботи).

$$S_{I3+M}^{\text{стіни}} = 11620 \cdot 1,5 = 17430 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності даного енергозберігаючого заходу:

$$T_{OK} = \frac{S_{I3+M}^{\text{стіни}}}{S_E} = \frac{17430}{1815,5} = 9,6 \text{ (опалювальні сезони).}$$

Економічне обґрунтування встановлення тепловідбиваючих екранів між стіною та радіатором

Загальна площа тепловідбиваючої плівки $F_{nl} = 6 \text{ м}^2$.

Кількість зекономленої енергії:

$$Q_E = F_{nl} \cdot \gamma \cdot k \cdot \Delta t = 6 \cdot 0,97 \cdot 1,23 \cdot 25 = 179 \text{ Вт,}$$

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

де γ – коефіцієнт відбиття фольгопласту.

Економія в загальному тепловому балансі буде становити:

$$Q_{E\%} = \frac{179}{2910} \cdot 100\% = 6,2\% .$$

На опалення за розрахунками витрачається 6,2 Гкал. Після проведення вказаного заходу економія теплової енергії складе:

$$Q_E = 6,2 \cdot 0,062 = 0,38 \text{ Гкал}$$

Економія у грошовому еквіваленті (при ціні за 1 Гкал 1512,92) грн становить:

$$S_E = 0,38 \cdot 1512,92 = 574 \text{ грн / рік}$$

Вартість необхідної кількості плівки (ціна фольгопласту $C_{пл} = 100 \text{ грн / м}^2$):

$$S = C_{пл} \cdot F_{пл} = 100 \cdot 6 = 600 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності даного енергозберігаючого заходу:

$$T_{ок} = \frac{S}{S_E} = \frac{600}{574} = 1,1 (\text{опалювальні сезони})$$

5.2 Розробка енергозберігаючих заходів в системі освітлення

Нижче наведені і прораховані можливі енергозберігаючі заходи в системі освітлення. До основних заходів відносяться:

1. Перехід на інший тип джерела світла з більш високою світловіддачею (лм/Вт). Економія електроенергії, кВтг/рік, в результаті даного заходу визначається за формулою:

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					45

$$\Delta W_i = W_{\Gamma_i} \cdot (1 - k_{\partial c_i} \cdot k_{зп_i}), \quad (5.2)$$

де $k_{\partial c_i}$ – коефіцієнт ефективності заміни типу джерела світла;

$k_{зп_i}$ – коефіцієнт запасу, що враховує зниження світлового потоку лампи протягом терміну служби .

$$k_{\partial c_i} = \frac{\eta}{\eta_N}, \quad (5.3)$$

де η – світловіддача існуючого джерела світла, лм/Вт;

η_N – світловіддача пропонованого до установки джерела світла, лм/Вт.

2. Підвищення ККД існуючих освітлювальних приладів внаслідок їх чищення. Економія електроенергії, кВт·г/рік, в результаті даного заходу визначається по формулі:

$$\Delta W_i = W_{\Gamma_i} \cdot k_{ч_i}, \quad (5.4)$$

де $k_{ч_i}$ – коефіцієнт ефективності чищення світильників складає 0,03[9].

$$k_{ч_i} = 1 - (\gamma_c + \beta_c \times e^{-(t/t_c)}) \approx 3\%, \quad (5.5)$$

де γ_c , β_c , t_c – постійні для заданих умов експлуатації світильників;

t – час експлуатації світильників між двома найближчими чистками.

Несвоєчасне чищення світильників може знизити освітленість на 15 – 30 % і більше, що призводить до зниження продуктивності праці і якості продукції, погіршенню психофізіологічного стану працюючих, підвищенню травматизму. У зв'язку із цим на кожному підприємстві повинен бути графік чищення світильників, що підтверджується документально.

3. Підвищення ефективності використання відбитого світла.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Економія електроенергії за рахунок підвищення коефіцієнта відбиття поверхонь приміщення до $\rho = 0,5$ (фарбування) складе 10 %, кВт·год/рік:

$$\Delta W_i = W_{\Gamma} \cdot 0,1, \quad (10.5)$$

4. Підвищення ефективності використання електроенергії при автоматизації керування освітленням. Керування освітленням у приміщеннях з бічним і комбінованим природним світлом повинне забезпечувати можливість відключення рядів світильників, паралельних вікнам. Ці заходи можуть привести до зниження витрати електроенергії на 5 - 10 %.

На підставі досвіду впровадження систем автоматизації економію, кВт·год/рік, від даного заходу можна визначити по наступній формулі:

$$\Delta W_i = W_{\Gamma_i} \cdot (k_{ea_i} - 1), \quad (4.7)$$

де k_{ea_i} - коефіцієнт ефективності автоматизації керування освітленням, що залежить від рівня складності системи керування.

У таблиці 5.1 представлені значення k_{ea_i} для підприємств й організацій зі звичайним режимом роботи.

Таблиця 5.1 - Значення коефіцієнта ефективності автоматизації керування висвітленням

№ п/п	Рівень складності системи автоматичного керування	Коефіцієнт ефективності
1	Контроль рівня освітленості й автоматичне включення й відключення системи висвітлення при критичному значенні освітленості	1,1-1,15
2	Зонне керування висвітленням (включення й	1,2-1,25

	відключення висвітлення дискретно, залежно від зонного розподілу природної освітленості)	
3	Плавне керування потужністю й світловим потоком світильників залежно від розподілу природної освітленості	1,3-1,4

При впровадженні системи управління, яка контролює зонне керування висвітленням (включення й відключення висвітлення дискретно, залежно від зонного розподілу природної освітленості), коефіцієнт ефективності автоматизації буде становити 1,2 [12].

5. Установка енергоефективної пускорегулюючої апаратури (ПРА), економія складає, кВт·год/рік:

$$\Delta W_i = W_{\Gamma_i} \cdot \left(1 - \frac{K_{пра_i}^N}{K_{пра_i}} \right), \quad (5.8)$$

де $K_{пра_i}$ – коефіцієнт втрат у ПРА існуючих світильників системи освітлення і-го приміщення;

$K_{пра_i}^N$ – коефіцієнт втрат у встановлених ПРА (при встановленні електронних ПРА коефіцієнт втрат 1,1).

6. Заміна світильників є найбільш ефективним комплексним заходом, тому що містить у собі заміну ламп, підвищення ККД світильника, оптимізацію світлорозподілу світильника і його розташування. Для точної оцінки економії електроенергії необхідно робити світлотехнічний розрахунок освітленості для передбачених до установки світильників методом коефіцієнта використання або точковим методом. За розрахунковим значенням установленої потужності (зі світлотехнічного розрахунку) економія електроенергії, кВт·год/рік, визначається по формулі:

$$\Delta W_i = W_{\Gamma_i} - P_i^N \cdot T_{\Gamma_i}, \quad (5.9)$$

де P_i^N – встановлена потужність після заміни світильників;

T_{Γ_i} – річне число годин роботи системи штучного освітлення і-го приміщення.

При спрощеній оцінці (при заміні світильників на аналогічні за світлорозподілом і розташуванню) розрахунок економії, кВт·г/рік, ведеться за наступною формулою:

$$\Delta W_i = W_{\Gamma_i} \cdot (1 - k_{cvi}), \quad (5.10)$$

де k_{cvi} – коефіцієнт враховуючий підвищення ККД світильника:

$$k_{cvi} = \frac{q_i}{q_i^N}, \quad (5.11)$$

де q_i – паспортний ККД існуючих світильників;

q_i^N – паспортний ККД передбачуваних до установки світильників.

У випадку великої кількості однотипних приміщень в обстежуваному будинку зі схожими по параметрах, стану, і заходам розрахунок освітлюваних установок ведеться за допомогою питомих показників економії електроенергії.

$$\Delta W_{i\delta}^j = \frac{\Delta W_i^j}{S_i^j}, \quad (5.12)$$

де $\Delta W_{i\delta}^j$ - питома економія електроенергії для j - типу приміщення;

ΔW_i^j - розрахункова економія електроенергії для і-го приміщення;

S_i^j – площа і-го приміщення, м².

Загальна економія електроенергії, кВт·год/рік, в системах освітлення обстежуваного об'єкта визначається по формулі:

										Лист
										49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$\Delta W_{\Gamma} = \sum_{j=1}^N \Delta W_{num}^j \cdot S^j, \quad (5.13)$$

де S^j – загальна площа приміщень j -го типу, м²;

N – кількість типів приміщень.

З запропонованих вище заходів пропонується впровадити:

1. Перехід на інший тип джерела світла з більш високою світловіддачею.

Існуючі лампи розжарення (світловіддача існуючих ламп розжарення складає 52 лм/Вт) будуть замінюватися на компактні люмінесцентні лампи Dulux EL LL 15W/41-827 фірми «OSRAM» (див. рис 5.2) з такими технічними показниками: потужність 15 Вт; світловіддача 70 лм/Вт; світловий потік 900 лм; термін служби 12000 годин; довжина 140 мм; цоколь Е 27.

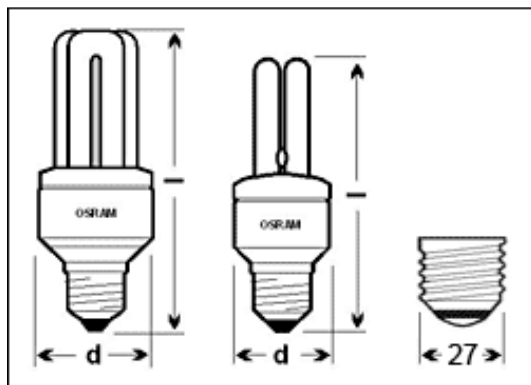


Рисунок 5.2 – Компактна люмінесцентна лампа Dulux EL LL 15W/41-827

Річне споживання електроенергії визначимо як:

$$W_p = P_{\epsilon} \cdot T_p \cdot k_{\epsilon}, \quad (7.3)$$

де W_p – сумарне річне споживання електроенергії, кВт·год/рік;

P_{ϵ} – встановлена потужність освітлювальної установки приміщення на обстежуваному об'єкті (встановлено 7 освітлювальних приладів з 2-ма лампами розжарення кожний, всього 14 лама потужністю 60 Вт), Вт;

T_p – річна кількість годин роботи системи освітлення в приміщенні (приймаємо, що система освітлення працює 20% часу, $T_p = 24 \cdot 365 \cdot 0,2 = 1752$ год/рік);

k_e – коефіцієнт використання встановленої електричної потужності в освітлювальній установці приміщення, приймаємо $k_e = 1$

$$W_p = 60 \cdot 14 \cdot 1752 = 1472 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

Коефіцієнт ефективності заміни типу джерела світла згідно формули (5.3):

$$k_{dc} = \frac{52}{70} = 0,74.$$

Економія електроенергії в результаті переходу на інший тип джерела світла з більш високою світловіддачею даного заходу визначається за формулою (5.2):

$$\Delta W = 1472 \cdot (1 - 0,74 \cdot 0,8) = 587 \text{ (кВт} \cdot \text{год} / \text{рік)}.$$

Економія у грошовому еквіваленті (при тарифі на електроенергію 2,051 грн/кВт·год) складе:

$$S_E = 587 \cdot 2,051 = 1234 \text{ (грн.} / \text{рік)}$$

Затрати (капітальні вкладення) на закупівлю компактних енергозберігаючих ламп Dulux EL LL 15W/41-82 (при вартості 1 лампи 95 грн.) складуть

$$S = 14 \cdot 80 = 1330 \text{ грн}$$

Простий термін окупності даного енергозберігаючого заходу:

$$T_{ок} = \frac{S}{S_E} = \frac{1330}{1234} = 1,1 \text{ року}$$

2. Підвищення ККД існуючих освітлювальних приладів внаслідок їх чищення. Економія електроенергії в результаті чищення існуючих освітлювальних приладів визначається по формулі(5.):

$$\Delta W = 1472 \cdot 0,03 = 44,16 \text{ (кВт} \cdot \text{год} / \text{рік)}.$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					51

Економія у грошовому еквіваленті (при тарифі на електроенергію 2,051 грн/кВт·год) складе:

$$S_E = 44,16 \cdot 2,051 = 88,42 \text{ (грн./ рік)}.$$

Результати впровадження енергозберігаючих заходів приведені в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Результати впровадження енергозберігаючих заходів

Енергозберігаючий захід	Економія, Гкал (кВт·год) на рік	Економія, грн. на рік	Вартість, грн	Термін окупності, роки
в системі теплозабезпечення				
Утеплення огорожуючих конструкцій (стіни)	1,2	1815	17430	9,6
Встановлення тепловідбиваючих екранів	0,38	574	600	1,1
в системі освітлення				
Перехід на інший тип джерела світла	587	1234	1330	1,1
Чищення освітлювальних приладів	44,16	88,42	-	-

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом

З метою забезпечення електробезпеки всі виробничі приміщення за характером середовища розрізняють на:

- нормальні - сухі приміщення, а яких відсутні ознаки жарких та запилених приміщень та приміщень з хімічно активний середовищем;
- сухі - відносна вологість повітря не вище 60 %;
- вологі - відносна вологість повітря 60-75 %;
- сирі - відносна вологість повітря протягом тривалого часу перевищує 75 % але не досягає 100 %;
- особливо сирі - відносна вологість близько 90% стіни, стеля, предмети вкриті вологою;
- жаркі - температура повітря протягом тривалого часу перевищує +30° С;
- запилені - наявний у приміщенні пил, який виділяється, осідає на дротах та проникає всередину машин, апаратів; приміщення можуть бути із струмопровідним або з неструмопровідним пилом;
- з хімічно активним середовищем - у приміщенні постійно або протягом тривалого часу міститься пара або відкладаються відкладення, які руйнівно діють на ізоляцію та струмопровідні частини обладнання.

Класифікація приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом:

- приміщення з підвищеною небезпекою;
- особливо небезпечні приміщення;
- приміщення без підвищеної небезпеки.

Приміщення з підвищеною небезпекою характеризуються наявністю в них

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						53

однієї із наступних умов:

- високої відносної вологості повітря (перевищує 75% протягом тривалого часу);
- високої температури (перевищує 35 °С протягом тривалого часу);
- струмопровідного пилу;
- струмопровідної підлоги (металевої, земляної, залізобетонної і т. п.).

Особливо небезпечні приміщення характеризуються наявністю однієї із наступних умов:

- дуже високої відносної вологості повітря (близько 100%);
- хімічно активного середовища;
- або одночасною наявністю двох чи більше умов, що створюють підвищену небезпеку.

Приміщення без підвищеної небезпеки характеризуються відсутністю умов, що створюють підвищену або особливу небезпеку.

Оскільки наявність небезпечних умов впливає на наслідки випадкового доторкання до струмопровідних частин електроустаткування, то для: ручних переносних світильників; місцевого освітлення; електрифікованого ручного інструменту напруга живлення повинна становити:

- у приміщеннях із підвищеною небезпекою - до 36 В;
- у особливо небезпечних приміщеннях - до 12 В.

Головною засадою організації безпечної експлуатації електроустановок є забезпечення обслуговування їх висококваліфікованим персоналом. Існує п'ять груп з електробезпеки персоналу, який обслуговує електроприлади.

I група. Група присвоюється особам, які не мають спеціальної електротехнічної підготовки, але мають елементарну уяву про небезпеку ураження електричним струмом і про заходи електробезпеки при роботі на обслуговуваній ділянці, електроустановці. Для I групи стаж роботи в електроприладах не нормується.

II група. Особи цієї групи повинні мати елементарне технічне знайомство з електроприладами, чітко уявляти небезпеку ураження електрострумом,

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						54

наближення до струмоведучих частин, знати основні заходи безпеки при роботі на електроприладах, вміти надавати першу допомогу.

III група. Особи, що належать до цієї групи, повинні: знати будову електричних установок та вміти їх обслуговувати; мати уяву про небезпеку під час обслуговування електричних установок; знати загальні правила техніки безпеки, правила допуску до роботи в електричних установках напругою до 1000 В, спеціальні правила техніки безпеки з тих видів робіт, які входять у коло обов'язків даної особи; уміти здійснювати нагляд за тими, хто працює з електроприладами та надавати першу допомогу.

IV група. Особи цієї групи повинні: мати знання з електротехніки в обсязі спеціалізованого профтехучилища; мати повну уяву про небезпеку під час роботи на електроприладах; знати повністю ПТЕ та ПТБ; знати установку настільки, щоб вільно орієнтуватись у тому, які саме елементи повинні бути вимкненими для безпечного виконання робіт; перевіряти виконання необхідних заходів з техніки безпеки; вміти організовувати безпечне виконання робіт та здійснювати нагляд за ними в електричних установках напругою до 1000 В; знати схеми та обладнання своєї ділянки; вміти навчати персонал інших груп правилам техніки безпеки; вміти надавати першу допомогу потерпілому.

V група. Особи цієї групи повинні: знати всі схеми та обладнання своєї ділянки; знати ПТЕ та ПТБ у загальній та в спеціальній частинах; знати, чим викликана та чи інша вимога правил; вміти організовувати безпечне виконання робіт та здійснювати нагляд в електричних установках будь-якої напруги; навчати персонал інших груп правилам техніки безпеки; вміти надавати першу допомогу.

Основними причинами ураження людини електричним струмом можуть бути:

- 1 Дотик або наближення на небезпечну відстань до струмопровідних елементів.
- 2 Дотик людини до металевих корпусів електроустаткування, які можуть виявитися під напругою при пробі ізоляції.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						55

3 Попадання людини під крокову напругу.

4 Організаційні причини (подача напруги на установку в період ремонту).

Гранично допустимі значення напруги доторкання та сили струму.

Гранично допустимі значення напруги доторкання (напруги між двома точками електричного кола, до яких одночасно доторкається людина) та сили струму для нормального (безаварійного) режиму електроустановки при проходженні струму через тіло людини по шляху «рука - рука» чи «рука - ноги» (ГОСТ 12.1.038-82)

Вид струму	$U_{\text{дот}}$, В (не більше)	$I_{\text{п}}$, мА (не більше)
Змінний, 50 Гц	2	0,3
Змінний, 400 Гц	3	0,4
Постійний	8	1,0

При виконанні робіт в умовах високих температур (вищих 25 °С) і високої відносної вологості повітря (більше 75%) наведені значення потрібно зменшити в 3 рази.

7 ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ. ЕНЕРГОЕФЕКТИВНЕ БУДІВНИЦТВО

Енергоефективне будівництво. Енергоекономічні та енергоактивні будинки

Тема індивідуального завдання «Енергоефективне будівництво. Енергоекономічні та енергоактивні будинки» - актуальна тому що пріоритетними завданнями будівельної науки й практики в цей час стали завдання енергетичної ефективності проєктованих архітектурних об'єктів. Критична гострота енергетичних проблем, необхідність екстрених заходів в умовах нестачі засобів, визначили відносно вузьку - енергетичну спрямованість дій, що вживаються. Ця обставина привела до деякої автономності розгляду загальноекологічних і енергетичних аспектів будівельної діяльності, виділенню декількох напрямків у рамках альтернативного будівництва, а в остаточному підсумку - фрагментарності розв'язку завдань. З іншого боку, практика альтернативного будівництва виражається сьогодні об'єктами, переважно, невеликого масштабу, що обумовлене усе ще експериментальним характером даної діяльності й сполученим з нею економічним ризиком, а також відсутністю достатніх засобів для реалізації великих містобудівних проєктів, навіть в економічно благополучних країнах. Як наслідок, розвиток архітектурно-будівельного процесу визначає сьогодні енергоефективне будівництво.

Як показують наведені вище результати прогнозування енергетичних перспектив розвитку суспільства, найбільш виграшні сьогодні два шляхи підвищення енергоефективності об'єктів будівництва:

1 Економією енергії (зниженням енергоспоживання й енергопотерь, у т.ч. утилізацією енергетично коштовних відходів).

2 Залученням поновлюваних природних джерел енергії.

Заходи, що орієнтуються на один із цих шляхів, мають принципові відмінності й дозволяють виділити два класи енергоефективних будинків –ті, що використовують і ті, що не використовують енергію природного середовища.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					57

Енергоекономічні будинки - не використовують енергію природного середовища (тобто альтернативних джерел) і забезпечують зниження енергоспоживання, здебільшого, за рахунок удосконалення систем їх інженерного забезпечення (як найбільше "енергоємних" складових енергетичного "каркаса" будинку), конструктивних елементів, що визначають характер і інтенсивність енергообміну із зовнішнім середовищем (зовнішніх огорожень, вікон і т.п.), а також оптимізації архітектурних рішень, спрямованих на скорочення енерговитрат (підвищення компактності об'ємів, скорочення площі скління, використання містобудівних прийомів і архітектурних форм, що нівелюють негативні впливи природно-антропогенних факторів зовнішнього середовища - вітру, сонця й т.п.).

Енергоактивні будинки - орієнтовані на ефективне використання енергетичного потенціалу зовнішнього середовища (природно-кліматичних факторів зовнішнього середовища) з метою часткового або повного (автономного) енергозабезпечення за допомогою комплексу заходів, заснованих на застосуванні об'ємно-планувальних, ландшафтно-містобудівних, інженерно-технічних, конструктивних засобів, які припускають орієнтованість просторів, архітектурних форм і технічних систем на енергетичні джерела зовнішнього середовища (сонце, вітер, ґрунт і ін.) [11].

Ідея енергоактивних будинків є результатом пошуку шляхів найбільш економічних засобів енергопостачання об'єктів будівництва й має на увазі досягнення цієї мети завдяки можливості виробництва енергії безпосередньо на об'єкті, що обіцяє перспективу повної відмови від улаштування дорогих і ненадійних в експлуатації зовнішніх інженерних мереж (тепло-, електромереж, мереж гарячого водопостачання).

Відмова від улаштування підвідних мереж, у свою чергу, означає виключення величезних втрат енергії, що мають місце при її транспортуванні. Сумарна величина цих і інших можливих економічних "виграшів", співвіднесена з вартістю необхідних для їхнього одержання заходів і засобів, визначає в підсумку доцільний ступінь енергоактивності проектного будинку. Практика

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						58

показує, що в сучасних умовах далеко не завжди економічно виправдане повне заміщення традиційних енергоносіїв поновлюваними; у більшості випадків це пояснюється невисоким к.п.д. наявних сьогодні технологічних засобів утилізації енергії природного середовища при досить значній їхній вартості. Тому, найбільш доцільними є різноманітні комбіновані схеми енергопостачання, що поєднують використання традиційних і одного (або декількох) видів альтернативних засобів.

Таким чином, потужність і доступність наявних на місці будівництва природних і інших енергетичних ресурсів, характер, продуктивність і вартість засобів їх використання визначають доцільний ступінь енергоактивності об'єкта. За цією ознакою розрізняють будинки:

- з малою енергоактивністю (заміщення до 10% енергонадходжень);
- середньої енергоактивності (заміщення 10 - 60%);
- високої енергоактивності (заміщення більш ніж 60%);
- енергетично автономні (заміщення 100%);
- з надлишковою енергоактивністю (енергонадходження від природних джерел перевищують потреби будинку й дозволяють передавати надлишки енергії іншим споживачам).

Експериментальне будівництво 1970 - 1980-х років показало, що економічно ефективними (по співвідношенню ціна/ продуктивність), а отже, найбільш популярними сьогодні й на видиму перспективу, стали будинки із середньої енергоактивністю, у яких енергією поновлюваних природних джерел забезпечується від 40% до 60% загальної потреби.[11]

До поновлюваних джерел енергії, багато з яких є практично всюди й у різних масштабах використовуються в сучасному будівництві, відносяться:

- енергія сонця (теплова й світлова складові сонячної радіації - основне першоджерело);
- геотермальна (тепло верхніх шарів земної кори й масивних поверхневих форм рельєфу - скель, каменів і т.п.), гідротермальна (тепло ґрунтових вод, відкритих водойм, гарячих підземних джерел) і аеротермальна

енергія (тепло атмосферного повітря) - "похідні" від сонячної енергії й енергії земного ядра;

- кінетична енергія повітряних потоків (енергія вітру - "друга похідна" від сонячної енергії);
- кінетична енергія водних потоків (енергія водоспадів і морських припливів - "похідні" від гравітаційних сил Землі й Місяця);
- енергія біомаси (рослинності, органічних відходів промислових і сільськогосподарських виробництв, а також життєдіяльності тварин і людей - результат біоконверсії сонячної енергії);

Наприклад, вітрові енергетичні ресурси континентів, які можуть бути колинебудь використані (з урахуванням неминучих втрат), оцінюються сьогодні в 40 ТВт, при цьому сучасне енергоспоживання людства становить близько 10 ТВт. Біомаса вже сьогодні забезпечує до 13% світового виробництва енергії. Однак, природні енергетичні ресурси розподілені досить нерівномірно, що виражається істотними відмінностями природно-кліматичних умов, навіть у границях одного кліматичного району. Тому, у кожному конкретному випадку економічна ефективність, тобто перевага використання того або іншого природного джерела енергії, визначається місцевими умовами й критеріями: наявністю джерела в районі будівництва, його потужністю (величиною можливих енергонадходжень) і розмірами витрат, необхідних для технічного забезпечення експлуатації джерела в даному регіоні. Системи енергопостачання будинків і населених пунктів, що використовують енергію природного середовища, часто виявляються економічно ефективніше традиційних не тільки внаслідок значного зниження споживання звичайних дорогих паливних ресурсів, але і як більш дешеві в будівництві (монтажі й експлуатації, наприклад, в умовах вічномерзлих ґрунтів, слаборозвиненої або недостатньо потужної наявної інженерної інфраструктури (що особливо характерно для реконструйованих густонаселених, а також знову освоюваних малонаселених місць). [12]

Однією з найважливіших переваг альтернативної енергетики є її екологічність: процес одержання енергії від поновлюваних джерел не

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		60

супроводжується утворенням забруднюючих навколишнє середовище відходів, не веде до руйнування природніх ландшафтів, практично виключає небезпечні для біологічних субстанцій аварійні ситуації, тобто ніяк не загрожує екологічній рівновазі екосистем. Виключення становить використання біомаси, що припускає одержання енергії за допомогою традиційного спалювання

твердого біопалива-концентрату й біогазу, у результаті чого утворюються вуглекислі з'єднання, що сприяють посиленню "парникового" ефекту в атмосфері; крім того, використання біогазу, що містить до 70% метану, вимагає посиленних заходів безпеки. Ці обставини ставлять під сумнів екологічну доцільність широкого використання біомаси з метою виробництва енергії. Крім біоенергоактивних будинків, типологічний спектр яких досить обмежений, залежно від прийнятої орієнтації на використання того або іншого (або декількох одночасно) природного джерела енергії розрізняють:

- геліоенергоактивні будинки (що ефективно використовують енергію сонця);
- вітроенергоактивні будинки;
- будинки, що використовують гео-, гідро- і аеротермальну енергію;
- будинку з комбінованим використанням різних природних джерел енергії. [11]

Найбільш важливою проблемою при проектуванні будинків, що використовують енергію природного середовища, є пошук шляхів і засобів ефективного управління процесами розподілу енергетичних (повітряних, теплових, світлових і ін.) потоків з метою підтримки оптимальних мікрокліматичних параметрів приміщень в умовах циклічних (добових, сезонних) і періодичних (хмарність, опади) змін параметрів зовнішнього середовища. При цьому ключове значення має розв'язок трьох завдань:

1 Як зібрати енергію (як одержати необхідну кількість енергії, враховуючи її певну розсіяність у зовнішньому середовищі, тобто компенсувати недостатню потужність природніх енергетичних потоків);

2 Як зберігати(акумуляувати)зібрану енергію (як компенсувати розбіжність у часі періодів і добово-сезонну нерівномірність виробництва й споживання енергії);

3 Як розподіляти енергію (як забезпечити регульований розподіл енергії в будинку для забезпечення, функціонально-технологічних і мікрокліматичних параметрів його елементів, що вимагаються в даний момент). [11]

Два принципово відмінні підходи до організації середовища проживання людини - техноцентричний і екологічний - визначають дві групи засобів для розв'язання зазначених завдань, обумовлюючи, як показує практика, зовсім різні якості одержуваних у результаті архітектурно-містобудівних, конструктивних і інженерно-технічних рішень.

1 Так, техноцентричний (традиційний) підхід, що розглядає будинок як внутрішньо замкнену систему, припускає пріоритетність завдань по посиленню ізоляційних властивостей огорожень і виражається використанням, переважно, інженерно-технічних, або активних, засобів підвищення енергоефективності будинку, і зокрема, використання природних джерел енергії: збір, зберігання й розподіл енергії здійснюється за допомогою спеціальних систем технічного встаткування, якими оснащуються будинки, а також інших інженерних об'єктів, що припускає "примусовий" характер протікання енергетичних процесів, що забезпечує можливість одержання великої кількості висококонцентрованої енергії. Однак, при цьому інженерно-технічні засоби не тільки "дають", але й "беруть": крім досить високої собівартості, вони вимагають витрат на утримання, технічної поінформованості користувача й кваліфікованого обслуговуючого персоналу, що в сумі обмежує область їх економічно ефективного застосування великими суспільними будинками й промисловими об'єктами з високою й надлишковою енергоактивністю.

2 Екологічний підхід до проектування енергоефективних (і зокрема, енергоактивних) будинків, розглядаючи будинок як споконвічно тісно взаємозалежний із зовнішнім середовищем організм і слідуючі логіці природних явищ, ставить метою розв'язання енергетичних завдань на основі цілеспрямованої організації особливого матеріально-просторового середовища,

що забезпечує регульоване, але природне протікання енергетичних процесів: сам будинок, його конструкції й простір, об'єкти навколишнього середовища, виконують роль енергетичної установки. Таким чином, пріоритетне значення набувають завдання по організації ефективних природніх обмінних процесів усередині об'єму будинку і з зовнішнім середовищем, (у тому числі з метою використання енергії природного середовища), розв'язувані, переважно, ландшафтно-містобудівними, об'ємно-планувальними й конструктивними, або пасивними засобами; технічні системи при цьому виконують прості допоміжні (в основному керуючі) функції. Енергетична ефективність пасивних систем поки невисока: сьогодні ними можна забезпечити близько 50% потреби будинків в енергії. Однак, їхня порівняно невелика собівартість, гарні експлуатаційні характеристики (у тому числі простота використання) і підкреслена екологічність обумовили доцільність їх застосування при проектуванні будь-яких архітектурних об'єктів. Більше того, результати багатьох програм по енергозбереженню в будівництві, отримані наприкінці 1980-х років, показали більш високу економічну ефективність пасивних енергосистем щодо більшості активних: вирішальне значення набули вартісні й експлуатаційні якості. [11]

Принципові відмінності активних і пасивних систем можна позначити декількома прикладами основних засобів для збору й акумулювання енергії різними енергоактивними будинками.

У геліоенергоактивних будинках основними активними засобами будуть такі технічні пристрої як:

- сонцеприймачі - у вигляді особливо сконструйованих панелей з фотоелектричних елементів, що забезпечують одержання електроенергії, або плоских сонячних колекторів, теплообмінного типу, що забезпечують одержання тепла;
- геліостати - дзеркальні відбивачі, що перерозподіляють потоки сонячної енергії в просторі (дозволяють скоротити площу колекторів в 2 - 4 рази;

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						63

- концентратори - криволінійні (звичайно, дзеркальні) відбивачі, що зводять енергетичний потік до крапкового приймача, на якому, за рахунок підвищення щільності випромінювання, можна одержувати температури до 650 °С з ККД близько 75%.

З іншого боку, основними пасивними засобами будуть служити:

- термічні ємності -, що нагріваються сонцем й повільно віддають тепло, так звані природні акумулятори (масивні конструкції будинків: кам'яні й водонаповнені стіни, перекриття; внутрішні й зовнішні водойми, кам'яні й глинисті масиви ґрунту і т.д.;

- енергоактивні буферні ніші, на відміну від ізолюючих енергоекономічних, збирають тепло, що віддається термічними ємностями в зовнішнє середовище, за допомогою природнього "парникового ефекту", який має місце в просторах зі світлопрозорими зовнішніми огороженнями (тепліці, оранжереї, веранди) і дозволяють забезпечити до 25% енергоспоживання; так, досить висока енергетична ефективність буферних просторів, що використовують енергію сонця, спостерігається при улаштуванні теплиць на дахах будинків (суспільних, виробничих, житлових, а також організації їх як мезопростору, у якому цілком містяться будинки або навіть цілі поселення; найбільш пристосованою формою для буферного мезопростору є сфера, зокрема, геодезичний купол Фулера, однак гігієнічні якості таких структур викликають дорікання багатьох фахівців і вимагають ретельного вивчення;

- "сонячні труби"- вертикальні простори на всю висоту будинку, через які здійснюється внутрішнє повітряне опалення (узимку) і якісне провітрювання (улітку) усіх основних приміщень за рахунок ефекту природньої вертикальної тяги;

- інші ландшафтно-містобудівні, об'ємно-планувальні й конструктивні засоби, що забезпечують приплив найбільшої кількості енергії , а

також найкоротші шляхи її розподілу (універсальний принцип для всіх видів енергоактивних будинків): орієнтація (спрямованість) термічних ємностей, буферних просторів і інших просторових і об'ємних форм по сонячно-

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						64

світловому й переважних вітрових потоках (один з найважливіших адаптаційних механізмів рослин і тварин), використання екрануючих властивостей сусідніх природних і штучних об'єктів для перенапрямку й концентрації потоків енергії й т.д.

- комбіновані системи - наприклад, стіна-вітраж, що забезпечує нагрівання внутрішніх стін приміщення, виконаних у вигляді термічних ємностей (у відповідних кліматичних умовах дозволяє одержати до 17% енергії, що вимагається, або стіна Тромбе, що провокує сильний "парниковий ефект" у неширокому (до 16 см) повітряному прошарку між світлопрозорою зовнішньою поверхнею й високо теплоємною стіною (при використанні з метою повітряного опалення й провітрювання дозволяє заощаджувати близько 55% енергії, а також засклені атріуми, що є квінтесенцією пасивних засобів використання енергії природного середовища: енергетична структура атріуму, що поєднує властивості термічних ємностей, буферного простору, " сонячної труби" і навіть світлопровода, робить його ключовим інструментом регулювання мікрокліматичних параметрів будинку, розумне використання якого дозволяє забезпечити приміщення якісною вентиляцією, природнім висвітленням (атріум найбільш ефективний, коли передбачається його використання для вентиляції, опалення й освітлення) і при цьому знизити тепловтрати на 50 - 65%; з іншого боку, незаперечні функціональні й естетичні якості атріумів дають їм виняткову соціальну значимість; засклені атріуми, як пасивні системи, що володіють цілим комплексом позитивних енергетичних властивостей, стали найбільш характерним елементом споруд, проєктованих відповідно до принципів біокліматичної архітектури. [11]

Для вітроенергоактивних будинків активними засобами будуть вітрогенератори й вітроколеса з вертикальною або горизонтальною віссю обертання, пасивні – містобудівні, ландшафтно-містобудівні прийоми й прийоми формоутворення енергоактивних частин будинку, що забезпечують концентрацію вітрового потоку в напрямку до вітроколеса; для ефективної роботи вітроколеса необхідна швидкість вітру 3-5 м/с.[11]

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						65

Основними активними засобами для будинків, що використовують гео-, гідро- і аеротермальні джерела енергії є теплові насоси - системи трубопроводів, у яких циркулює морозостійка рідина (масло, спирт і т.д.), що збирає низько потенційне тепло повітря, ґрунту або води за рахунок підтримуваної різниці температур і, як правило, передає його через теплообмінники теплоносієві системи опалення, водопостачання або вентиляції будинку. Так, в умовах Росії на широті Санкт-Петербурга для енергопостачання одноповерхового котеджу теплотою ґрунту, що відбирається колектором-змійовиком, закладеним на глибині близько 1 м, потрібна ділянка землі площею 0.2 - 0.5 га . В умовах Швеції геотермальна теплонасосна установка потужністю близько 10 кВт (для теплопостачання індивідуального житлового будинку) вимагає 300 - 400 м трубопроводу, закладеного на глибині 0.6 -1.5 м, і 300 - 400 м² землі; а кожний км² поверхні озера може забезпечити теплом близько 1000 односімейних житлових будинків середнього розміру.[12]

Теплові насоси відносять до найбільш ефективних засобів використання енергії навколишнього середовища, тому що дозволяють одержати в 3 рази більше енергії в порівнянні з витраченою й покрити всі енергопотреби будинку (за умови його гарних теплотехнічних характеристик). Більше того, теплові насоси підвищеної потужності здатні забезпечувати енергією не тільки окремі будинки, але й цілі райони міської забудови, що робить досить доцільним їхнє використання в групових (централізованих) джерелах енергопостачання: енергоустановка в м. Фагерс'є (Швеція) на основі теплового насоса, що використовує тепло атмосферного повітря, на 80% забезпечує потреби в теплі

територію з 817 житловими будинками, школою й торговим центром. У цілому, теплонасосні установки зарекомендували себе як досить перспективні: у тієї ж Швеції вже до 1985 року на різних об'єктах було встановлено більш 70 тис. теплових насосів (близько 50% з них використовували тепло атмосферного й вентилязованого повітря). [12]

Найефективнішим пасивним засобом використання геотермальної енергії є вземлення(присипка ґрунтом) або заглиблення будинку. По досвіду США, при

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						66

вартості будівництва, еквівалентній або ненабагато більшій (у межах 10%) вартості звичайних будинків, заглиблення дозволяє заощаджувати до 60% енергії на стадії експлуатації, що й стало причиною їх активного будівництва останнім часом: уже наприкінці 1970-х років близько 5% нових індивідуальних житлових будинків у США будувалося в заглибленому виконанні. У числі багатьох позитивних якостей заглиблених і вземлених будинків слід виділити:

- ефективне використання розробленого ґрунту, який, як правило, залишається на майданчику й застосовується в якості засобу присипки (обвалування) будинку й організації вітрозахисних і сонцеакумулюючих форм рельєфу на території ділянки;

- прекрасні експлуатаційні характеристики зовнішніх огорожень: по-перше, вземлення будинку дозволяє значно скоротити (або виключити повністю) його найбільш дорогі фасадні поверхні, а по-друге, теплоінерційні масиви ґрунту, що вкривають стіни й покрівлі, зм'якшують різкі коливання температурно-вологих параметрів зовнішнього середовища, охороняючи матеріали покриття від швидкого руйнування;

- високу теплову інертність, що виражається в дуже повільній тепловіддачі (при відключенні джерела тепла температура внутрішнього повітря в заглибленому будинку знижується на 1-2 °С на добу.

- високу містобудівну маневреність: заглиблення дозволяє, наприклад, компактно розташовувати досить великі об'єкти в умовах дрібномасштабної (у тому числі історичної) забудови, не порушуючи характеру середовища й забезпечуючи додаткові рекреаційні простори.

Найбільш істотними недоліками заглиблених будинків є деяка ускладненість вирішення проблем дренажу й гідроізоляції в умовах високих ґрунтових вод, а також природнього освітлення й вентиляції внутрішніх приміщень: з одного боку, підвищена герметичність зовнішніх огорожень виключає неконтрольований приплив зовнішнього повітря, забезпечуючи максимальну регульованість мікрокліматичних параметрів приміщень, а з іншого, це припускає неминучість облаштування механічних систем вентиляції,

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						67

які знижують вміст озону й погіршують іонний склад повітря в приміщеннях. Крім того, при будівництві напівзаглиблених будинків (а вони в умовах рівнинних ландшафтів, як правило, найбільш економічні) потрібен резерв території для обвалування, тому однієї з найпоширеніших форм використання властивостей ґрунту стали ґрунтові й дернові покриття, облаштування яких можливе як в нових так і реконструйованих спорудах.[11]

Повертаючись до активних засобів використання енергії природного середовища, необхідно відзначити економічну й енергетичну доцільність максимально можливого використання технічних і архітектурно-конструктивних засобів, наприклад, у вигляді сполучення конструкцій стін (дахів) і сонячних колекторів, включенням вітрогенераторів в об'ємну структуру будинку й т.д. Такі рішення, засновані на принципі сполучення конструктивних елементів будинків і енергетичних установок, дозволяють знизити вартість об'єкта на 25-35%.[11]

У ході розробки принципово нових типів невеликих енергоактивних або, точніше, вітроактивних будинків із даховою вітроенергетичною установкою гелікоїдного типу, що має вертикальну вісь обертання, авторами ведеться пошук їх оптимальних архітектурно-технічних рішень. Під

невеликими вітроактивними будинками маються на увазі будинки, які здатні одержувати, як мінімум, усю енергію, що вимагається для їхньої експлуатації за рахунок розташованої над ними однієї вертикально-осьової вітроустановки (одно- або двох'ярусної) з оптимальною для даного типу віротехніки потужністю генератора (не більше 30 – 50 кВт) і економічно доцільною тепловою геліосистемою. Поки пропоновані об'єкти, які асоціюються більше з енергетичними спорудженнями, чим з будинками, сприймаються навіть багатьма фахівцями з деяким скептицизмом. Разом з тим попит на розглянуті будівлі повинен з'явитися тоді, коли пріоритетним завданням стане досягнення максимально можливої енергоефективності й екологічної чистоти будинків. Розроблювані вітроактивні будинки дозволяють, по-перше, заощаджувати територію, по-друге, суттєво скорочувати обсяги використання енергії, одержуваної за рахунок спалювання викопного палива, і, по-третє, виробляти

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						68

енергію у набагато більшій кількості, чим потрібно для їхньої експлуатації. Надлишки електроенергії вигідно використовувати для забезпечення приватної виробничої або сільськогосподарської діяльності або направляти в централізовані електромережі. А такі мережі є найефективнішими акумуляторами електроенергії. Крім того, надлишкова енергія – це й запасний енергетичний ресурс для компенсації періодичних спадів сезонного виробітку поновлюваної енергії. Розроблені вітроактивні будинки повинні мати збалансовані й рівноцінні по значимості архітектурні, конструктивні, конструктивно-технологічні й інженерні рішення. Причому об'ємно-планувальні забудови слід здійснювати виходячи із цілком певних енергетичних, екологічних і економічних обмежень. Для оптимального функціонування всіх інженерних систем пропонувані будинків їх слід автоматизувати. Величина опалювального обсягу вітроактивних будинків регламентується потужністю й розмірами вітроенергетичної установки. Але в кожному разі її габаритні розміри в плані не повинні значно перевищувати відповідних розмірів опалювальної частини будинку. При цьому слід розв'язати таке завдання: прагнучи до збільшення розмірів вітроустановки (для

збільшення її потужності) і зменшенню розмірів будинку (для зменшення енергетичного навантаження), знаходити оптимальний варіант. Крім того, існує необхідність лімітування абсолютної висоти й абсолютної потужності вітроустановки. Обґрунтованим є застосовувати в житлових і суспільних будинках тільки одноярусних (однокаскадних) вітроустановок, а у виробничих (залежно від їхніх розмірів і енергоспоживання) – одноярусні або двох'ярусні (двокаскадні).[12]

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						69

ВИСНОВКИ

В ході бакалаврської роботи було проведено енергетичне обстеження системи енергозабезпечення ТОВ «Перспектива-С» (офіс).

На першому етапі був проведений збір первинних даних стосовно енергоспоживання будівлі, системи опалення, а також проведений аналіз зібраних даних.

В розрахунковій частині бакалаврської роботи були розраховані тепловтрати через огорожуючі конструкції. Виявлено, що найбільші тепловтрати відбуваються через стіни.

В результаті енергетичного обстеження та розрахунків були запропоновані наступні енергозберігаючі заходи:

- 1) утеплення огорожуючих конструкцій (стіни);
- 2) встановлення тепловідбиваючих екранів;
- 3) перехід на інший тип джерела світла;
- 4) чищення освітлювальних приладів.

Здійснене економічне обґрунтування енергозберігаючих заходів щодо підвищення ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів, дана оцінка річного економічного ефекту від їх впровадження, визначені терміни окупності капітальних вкладень.

В розділі охорони праці було розглянуто питання класифікації приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом.

В індивідуальному завданні розглянуто управління проектами в енергозбереженні. Були виявлені етапи розробки та реалізації проектів, а також складові механізми управління проектами енергозбереження.

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Заява парламентської фракції Соціалістичної партії України щодо підготовки регіонів до опалювального сезону [Електронний ресурс] / В.Цушко//Сайт українських соціалістів Товариш. – Режим доступу: http://www.tovarish.com.ua/archive/866/vtoraia_po/Pidhotovka.html
2. Муніципальна енергетика: шляхи підвищення ефективності [Електронний ресурс]/А. Шевцов, М. Земляний, В. Вербинський. – Режим доступу: <http://www.niss.gov.ua/Monitor/Oktober/5.htm>
3. Стратегія розвитку електроенергетичної галузі [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.energo.uz.ua/pers/Strategi.html>
4. СНиП 11-3-79* «Строительная теплотехника», - 1998. – 49с.
5. Современные светопрозрачные конструкции в массовом строительстве [Електронний ресурс] //Стройка. – 2003. - №8. – Режим доступу: <http://www.vseokna.com.ua/articles/78/>
6. Економічна оцінка ефективності інноваційних проєктів (енергозберігаючих заходів) [Електронний ресурс] / О.М.Суходоля // Эско. Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы». – 2004. - №2. – Режим доступу:
http://esco-ecosys.narod.ru/2004_2/art61/art61.htm
7. Полезное о радиаторах [Електронний ресурс] - Режим доступу: http://www.pres.ua/articles.php?article_id=2
8. Штапельное стекловолокно isover [Електронний ресурс]//Центр теплоизоляции. – 2006. - Режим доступу:
http://tutteplo.ru/catalog/200/71/_aview_b275
9. Алюфом - отражающая изоляция [Електронний ресурс] - Режим доступу: <http://www.resursltd.ru/catalog/category/61/item/145/>
10. Ратушняк Г.С., Ратушняк О.Г. «Управління проєктами енергозбереження шляхом термореновації будівель». Навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 106с.

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						71

11. Левицька О.О. Оцінювання ризиків при впровадженні інноваційних проектів. / О.О. Левицька // Наукові записки. Серія «Економіка» – 2009. – № 15. – с. 121-129.
12. ОЛБУДПЛЮС—Строительные материалы [Електронний ресурс] / Бизнес-каталог компаний Украины. – Режим доступу до ресурсу: <http://mt-trejd-ukraina.uaprom.net/p327728-shpaklevka-fasadnaya-finishnaya.html>.
13. Прокопенко В.В. Энергетичний аудит з прикладами та ілюстраціями: навчальний посібник./ В.В. Прокопенко, О.М. Закладний, П.В Кульбачний. – К.: Освіта України, 2008. – 438 с.

						<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		72