

Міністерство освіти і науки України  
 Національний технічний університет  
 «Дніпровська політехніка»

Інститут електроенергетики  
 (інститут)  
Електротехнічний факультет  
 (факультет)  
Кафедра електроенергетики  
 (повна назва)

### ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра  
 (бакалавра, спеціаліста, мігістра)

студента Филипповича Євгена Вячеславовича  
 (ПІБ)

академічної групи 141-17-2

(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
 (код і назва спеціальності)

спеціалізації

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та  
 (офіційна назва)

електромеханіка

на тему Розробка заходів з підвищення енергоефективності дитсадка із  
розробкою електричних мереж

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Олішевський Г. С.			
розділів:				
Технологічний	Олішевський Г. С.			
Спеціальний	Олішевський Г. С.			
Охорона праці	Столбченко О. В.			
Економічний	Тимошенко Л. В.			
<b>Рецензент</b>				
<b>Нормоконтролер</b>	Олішевський Г. С.			

Дніпро  
 НТУ «ДП»

2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:  
Завідувач кафедри  
електроенергетики

2

(повна назва)

\_\_\_\_\_  
(підпис) Папаїка Ю.А.  
(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ року

<b>ЗАВДАННЯ</b> <b>на кваліфікаційну роботу</b> <b>ступеню <u>бакалавра</u></b> <small>(бакалавра, спеціаліста, магістра)</small>
<b>Студенту <u>Филипповичу Євгену Вячеславовичу</u> академічної групи <u>141-17-2</u></b> <small>(прізвище та ініціали) <span style="float: right;">(шифр)</span></small>
<b>спеціальності <u>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка спеціалізації</u></b>
<b>на тему <u>Розробка заходів з підвищення енергоефективності дитсадка із розробкою електричних мереж</u></b>
<b>затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від <u>12.04.21 р. № 201-с</u></b>

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Проаналізувати основні вимоги до ДНЗ	09.05.2021р.
Спеціальний	Виконати теплотехнічний розрахунок будівлі, розрахувати лінні електропостачання, обґрунтувати нійбільш економічно доцільний варіант гарячого водопостачання.	30.05.2021 р.
Охорона праці	Проаналізувати основні небезпечні фактори	06.06.2021 р.
Економічний	Розрахувати капітальні та експлуатаційні витрати на котельню	13.06.2021 р.

<b>Завдання видано</b>	_____ <small>(підпис керівника)</small>	<u>Олішевський Г. С.</u> <small>(прізвище, ініціали)</small>
<b>Дата видачі</b>	<u>15.04.2021</u>	
<b>Дата подання до екзаменаційної комісії</b>	<u>15.06.2021</u>	
<b>Прийнято до виконання</b>	_____ <small>(підпис студента)</small>	<u>Филиппович Є.В.</u> <small>(прізвище, ініціали)</small>

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: \_\_\_\_ с., \_\_\_\_ рис., \_\_\_\_ табл., \_\_\_\_ додатки.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ, ТЕПЛОВИЙ НАСОС, ГВП, АКУМУЛЯТОР

Об'єкт дослідження: дошкільний навчальний заклад.

Предмет дослідження: електропостачання та гаряче водопостачання будівлі.

Актуальність теми роботи зумовлена тим що при будівництві будівлі обирається найбільш економічно доцільний варіант гарячого водопостачання та електропостачання.

У технологічній частині роботи проаналізовані санітарні вимоги до дошкільних навчальних закладів. Також наведено орієнтація будівлі у просторі та розміри огорожуючих конструкцій. Наведено графік роботи навчального закладу та описані основні електроприймачі.

У спеціальній частині проводиться розрахунок теплотехнічних характеристик будівлі, для визначення енергоспоживання будівлі на опалення та гаряче водопостачання. Для більшої економії під час неопалювального сезону вживаємо заходи з енергоефективності, а саме тепловий насос працюючий на базовому холодильному циклі парокомпресорної установки та тепловий акумулятор. Відповідно розраховуємо електричну потужність теплового насоса та його енергопотребу. Обираємо відповідний акумулюючий пристрій. Для розрахунку електричної потужності закладу, розраховуємо потужність внутрішнього штучного освітлення. Розраховуємо кабельні лінії електропостачання, а також системи захисту.

У економічній частині наведено технікоекономічне обґрунтування доцільності використання теплового насоса та акумулюючого пристрою під час неопалювального періоду. Розраховані капітальні інвестиції, сумарні витрати, проаналізовані показники економічної доцільності проекту.

У розділі охорони праці визначенні небезпечні фактори під час роботи ДНЗ. Розглянуті заходи щодо підвищення пожежної безпеки. Розрахована заземлююча установка.

## ЗМІСТ

Вступ	5
1 Технологічний розділ	6
1.1 Опис об'єкта	7
1.2 Особливості функціонування	10
1.3 Санітарні вимоги	11
2 Спеціальний розділ	17
2.1 Характеристики теплопередачі трансмісії	18
2.2 Потужність системи опалення для покриття трансмісійних втрат	27
2.3 Загальна теплопередача через вентиляцію	27
2.4 Характеристики сонячних та внутрішніх теплонадходжень	30
2.5 Енергоспокуси системи опалення та охолодження.	44
2.6 Визначення класу енергетичної ефективності	50
2.7 Розрахунок і порівняння енергоспоживання двох варіантів ГВП.	52
2.8 Розрахунок внутрішнього штучного освітлення.	56
2.9 Розрахунок навантажень та струмів	65
2.10 Розрахунок кабельних ліній і систем захисту	69
3. Економічний розділ	77
3.1 Техніко-економічне обґрунтування	79
3.2 Розрахунок капітальних витрат	78
3.3 Розрахунок амортизаційних відрахувань	82
3.4 Розрахунок річного фонду заробітної плати	83
3.5 Розрахунок відрахувань на соціальні заходи	85
3.6 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт	86
3.7 Розрахунок вартості спожитої електроенергії.	86
3.8 Визначення інших витрат.	87
3.9 Визначення річної економії від впровадження науково-технічного рішення	87
4. Охорона праці	90
4.1 Охорона праці. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів в ДНЗ.	91
4.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці	91
4.3 Заходи з пожежної безпеки	93
4.4 Розрахунок заземлюючої установки для ввідного розподільчого пристрою будинку	95
Висновок	98
Перелік джерел посилання	100
Додаток А. Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи	101

## ВСТУП

Основна проблема, яка вирішується у данній роботі вибір найбільш техніко економічно доцільного віріанту гарячого водопостачання ДНЗ із запропонованих.

Для виконання проекту взято реальні архетектурні данні існуючого ДНЗ.

Метою даної кваліфікаційної роботи була розробка проектних рішень, що до зменшення витрат на ГВП, та розробка елетропостачання дошкільного навчального закладу .

До проекту будівництва висуваються певні вимоги щодо величини річного енергоспоживання на опалення, охолодження та гаряче водопостачання, тому належне обґрунтування необхідності впровадження заходів.

Об'єктом дослідження є енергетичні характеристики будівлі, так як вони прямим чином впливають на клас енергетичної ефективності будівлі, що в свою чергу показує енергопотребу будівлі. Чим більша енерго потреба будівлі тим більше енергії споживається що прямим чином виражається на навантажені на електричні мережі. Предметом дослідження є споживання енергії системою опалення та гарячого водопостачання.

При розробці було проаналізовано вплив запропонованих заходів на кінцеву величину енергоспоживання будівлі та ГВП. Ідеєю яку покладено в основу проекту вибір обладнення не тільки зі сторони енергетичної ефективності, а і відповідно до реалій будівництва і вибору практичного і економічно доцільного обладнення.

Практичне значення отриманих результатів дослідження полягає в обґрунтуванні заходів, найбільш ефективного варіанту гарячого водопостачання. Розрахунок теплотехнічних характеристик будівлі для визначення, енергоспоживання дошкільного навчального закладу. Що в свою чергу прями чином впливає на потужність системи опалення, охолодження, та гарячого водопостачання. Які вносять вагомий вклад на електричну потребу будівлі.

## **1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ**

## 1.1 Опис об'єкта

Об'єкт – Будівництво ДНЗ на 115 місць

Будівля має розміри 40,00х34,975м в осях .Будівля дитячого садка двоповерхова.

Плани першого та другого поверхів відповідно на рисунку 1.1 та 1.2

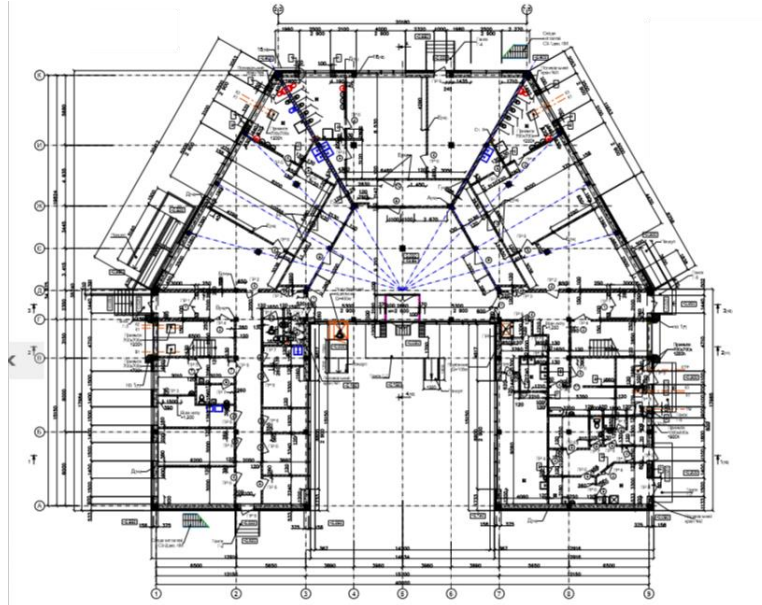


Рисунок 1.2 – План другого поверху

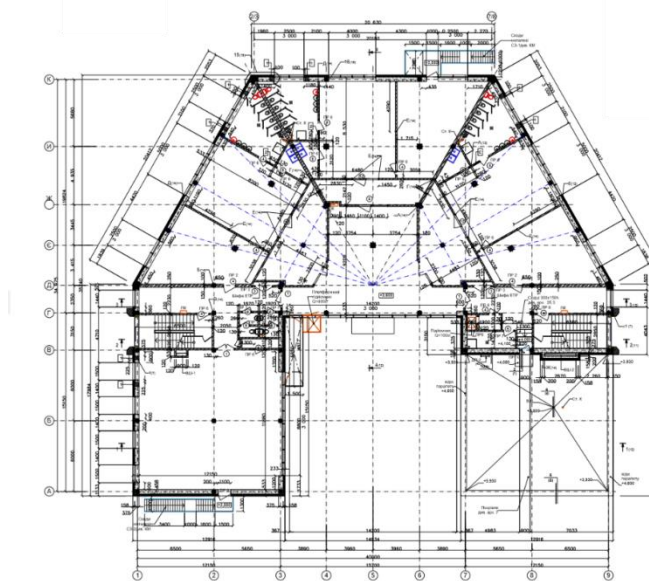


Рисунок 1.1 – План першого поверху

Таблиця 1.1 – Фізичні розміри будівлі

Найменування об'єкта	п.п.	Довжина	Висота	Довжина світлопрозорої	Висота світлопрозорої	Площа	Площа світлопрозорої	Двері	Площа незорої, поверхово	Площа незорої на фасаді	Загальна площа світлопрозорої конструкції						
												м	м	м	м	м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup>
1-3	1	12,9	3,60	-	-	46,5	-	2,3	44,1	83,85	506,68						
	2	12,9	3,2	-	-	41,9	-	2,3	39,6								
3-7	1	14,9	3,60	10,6	2,90	53,7	30,7	6,92	16,1	22,04		506,68					
	2	14,9	3,2	14,2	3,00	48,5	42,6	-	5,94								
7-9	1	12,9	3,6	-	-	46,5	-	-	-	46,5			506,68				
Д-Г	1	2,35	3,6	1,44	0,70	8,46	1,01	3,0	4,43	7,75				506,68			
	2	2,35	3,5	1,44	3,00	7,64	4,32	-	3,32								
Г-В-3	1	3,15	9,95	3,15	6,99	31,3	22,0	-	-	9,31					506,68		
В-А	1	12,0	3,60	6,00	2,90	43,2	17,4	-	25,8	46,80						506,68	
	2	12,0	3,25	6,00	3,00	39,0	18,0	-	21,0								
К-Д	1	20,1	3,60	10,0	2,90	72,5	29,0	-	43,5	78,97							506,68
	2	20,1	3,25	10,0	3,00	65,4	30,0	-	35,4								



Кінець таблиці 1.1

7/ 8- 2/ 3	1	20,1	3,60	9,00	2,90	72,6	26,1	2,10	44,4	83,03
	2	20,1	3,25	9,00	3,00	65,5	27,0	-	38,5	
Д- К	1	20,1	3,60	10,0	2,90	72,5	29,0	-	43,5	78,97
	2	20,1	3,25	10,0	3,00	65,4	30,0	-	35,4	
А- В	1	12,0	3,60	0,60	1,20	43,2	0,72	10,0	-	32,4
В- Г	1 - 3	3,15	9,95	3,15	6,99	31,3	22,0	-	-	9,31
Г- Д	1	2,35	3,60	1,44	0,70	8,46	1,01	3,02	4,43	7,75
	2	2,35	3,25	1,44	3,00	7,64	4,32	-	3,32	
А- Г по ос і 3	1	15,1	3,60	8,80	2,90	54,5	25,52	-	29,0	51,86
	2	15,1	3,25	8,80	3,00	49,2	26,4	-	22,8	
Г- А по ос і 7	1	15,1	3,60	8,80	2,90	54,5	25,5	-	-	29,0

Площа суміщеного покриття, перекриття над неопалювальним підвалом, 1 та 2 поверхів. наведені в таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Площі будинку

Площа		
Суміщене покриття	940	м2
Перекриття над неопалювальним підвалом	940	м2
Площа 1 поверху	940	м2
Площа 2 поверху	803,05	м2

## 1.2 Особливості функціонування

Таблиця 1.3 – Режим роботи ДНЗ.

Режимні моменти	Молодша-середня група	Середня-старша група
Прийом дітей	8.00 – 8.30	
Самостійна ігрова діяльність	8.30 – 8.50	8.30 – 8.50
Ранкова гімнастика	8.50 – 9.00	8.50 – 9.00
Сніданок	9.00 – 9.30	9.00 – 9.30
Підготовка до занять аняття	9.30 – 10.30	9.30 – 11.00
Прогулянка	10.30 – 12.10	11.00 – 12.20
Підготовка до обіду обід	12.10 – 13.00	12.20 – 13.00
Сон	13.00 – 15.00	13.00 – 15.00
Загартовуючі процедури	15.00 – 15.30	15.00 – 15.30
Полуденок	15.30 – 16.00	15.35 – 16.00
Ігри, індивідуальні заняття	16.00 – 16.30	16.00 – 16.35
Прогулянка, повернення діт.	16.30 – 17.00	16.35 – 17.00

### 1.3 Санітарні вимоги

Гігієнічні вимоги до будівель та приміщень дошкільних навчальних закладів При розміщенні дошкільного навчального закладу на радононебезпечних ділянках на першому поверсі можуть розташовуватися службово-побутові, медичні приміщення, харчоблок, пральня тощо. Недоцільним є розміщення приміщень для дітей на першому поверсі. При цьому необхідно посилювати герметизацію перекриття над підвалом.

Підлога у приміщеннях групових (житлових) осередків повинна мати вологостійкість, низьку теплопровідність, стійкість до мийних і дезінфекційних засобів та бути неслизькою. Допускається влаштування безпечних систем підігріву.

Підлога у харчоблоках, пральнях, туалетних, ванно-душових, душових повинна мати ухил у каналізацію (зливні трапи з нахилом підлоги до отвору трапу не менше 0,03 %) або інші технологічні рішення, які дозволяють забезпечити чистоту приміщень. Отвори трапу мають бути закриті решітками.

#### Санітарно-гігієнічні вимоги до освітлення

Основні приміщення дошкільних навчальних закладів (групові (житлові) осередки, медичні кабінети, приймально-карантинні відділення, зали для музичних та фізкультурних занять, кабінети для роботи з комп'ютерами та технічними засобами навчання тощо) повинні мати природне освітлення.

Доцільна тривалість інсоляції зазначених приміщень - не менше 3 годин на день. Мінімальний коефіцієнт природної освітленості приміщень (далі - КПО) має становити не менше 1,5 %

Для захисту від прямих променів сонця, запобігання перегріванню приміщень, у яких перебувають діти, необхідно передбачати жалюзі, козирки, штори або інші види захисту.

Штори на вікнах групових приміщень не повинні зменшувати рівень природного освітлення та інсоляції. При розміщенні над вікнами основних приміщень дошкільного навчального закладу ламбрекенів не допускається їх

звисяння нижче верхнього краю вікна. Закривання вікон шторами допускається під час сну дітей, використання телевізора тощо.

Джерела штучного освітлення повинні забезпечувати достатнє та рівномірне освітлення всіх приміщень.

Як джерела освітлення використовуються лампи типу ЛБ (білого кольору), ТБС (тепло-білого світла). Застосування ксенонових ламп не допускається.

Світильники з люмінесцентними лампами повинні забезпечувати розсіяне світло, а з лампами розжарювання - повністю відбите світло (наприклад з використанням плафонів, що перешкоджають засліпленню). При використанні ламп розжарювання рівень освітленості має бути не менше 200 лк.

Недоцільним є одночасне використання в одному приміщенні люмінесцентних ламп і ламп розжарювання, а також використання ламп ЛД (люмінесцентного денного світла)

Світильники на стелі групових, ігрових, приймальних, роздягальних приміщень, у залах для занять музикою, фізичною культурою розміщують рівномірно. Світильники, що можуть пошкодитися, повинні мати захисну арматуру. В ігрових необхідно передбачити окреме вмикання кожного ряду світильників, що розташовані паралельно вікнам.

Електричні розетки та вимикачі не бажано встановлювати на висоті менше 1,8 м від підлоги, при цьому у приміщеннях із перебуванням дітей необхідно передбачити встановлення розеток, що закриваються.

У залах для занять фізичною культурою на світильниках та вікнах повинні бути захисні засоби.

Не дозволяється розміщення світильників над плитами, технологічним обладнанням, виробничими столами харчоблоків. Світильники (крім світлодіодних) у харчоблоці повинні мати захисну арматуру.

Лабораторний контроль рівня освітленості у дошкільних навчальних закладах організовується засновником не рідше одного разу на рік (не менше 3 вимірів у 3-5 приміщеннях).

**Вимоги щодо водопостачання, водовідведення та опалення**

Дошкільні навчальні заклади обладнуються мережами господарсько-питного водопостачання, мережами каналізації, водостоку, опалення, вентиляції. Гарячою проточною водою дошкільні заклади повинні бути забезпечені впродовж усього року.

Холодною і гарячою проточною водою повинні бути забезпечені групові (житлові) осередки, кімната природи, їдальня, буфетні, медичні приміщення, пральня, ванно-душові, туалетні кімнати, зали басейнів тощо з установленням кранів-змішувачів. Забороняється використовувати гарячу воду із системи водяного опалення для будь-яких цілей.

На випадок перебоїв у постачанні гарячої проточної води необхідно передбачати резервне гаряче водопостачання.

Температура гарячої води, що подається до приміщень дошкільних навчальних закладів, повинна бути не нижче 37 °С та не вище 60 °С.

У харчоблоці в місцях приєднання ванн до каналізаційної мережі бажано улаштувати повітряний розрив не менше 20 мм від верху приймальної воронки.

Дошкільні навчальні заклади повинні мати централізовану систему теплопостачання або безпечну автономну систему теплопостачання, які спроможні забезпечити оптимальні показники мікроклімату.

За умови організації автономного гарячого водопостачання наявність циркуляційного контуру або іншого обладнання, що забезпечить стабільну температуру води на момент відкриття крана в будь-якій точці розбору, є обов'язковим.

Лабораторний контроль за вмістом окису вуглецю в повітрі приміщень дошкільних навчальних закладів з пічним опаленням організовується засновником двічі впродовж опалювального сезону.

В основних приміщеннях дошкільного навчального закладу вміст CO<sub>2</sub> повинен бути не більше 0,07%, запиленість - 1,75 млн пилинок у 1 м<sup>3</sup> повітря, окислюваність повітря - 6-9 мг O<sub>2</sub> в 1 м<sup>3</sup>, кількість мікроорганізмів - 4000 в 1 м<sup>3</sup> повітря взимку, граничнодопустима концентрація (далі - ГДК) аміаку - 0,1 мг/м<sup>3</sup>, фенолу - 0,006 мг/м<sup>3</sup>, формальдегіду - 0,003 мг/м<sup>3</sup>

У дошкільних закладах доцільним є встановлення регуляторів інтенсивності нагріву опалювальних приладів. Для запобігання опікам і травмам у дітей опалювальні прилади повинні бути огорожені дерев'яними решітками (або металевими за умови безпечної температури), що періодично знімаються під час прибирання. Забороняється огороження опалювальних приладів дерев'яно-стружковими і дерев'яно-волокнистими плитами та використання огорожі з полімерних матеріалів.

#### Повітряно-тепловий режим

Оптимальною температурою у групових осередках дошкільних навчальних закладів є +19-23 °С. У приміщеннях басейну - +29-30 °С. У залах для занять музикою та фізичною культурою +18-19 °С. У теплих переходах - не менше +15 °С

У приміщеннях, що займають кутове положення або знаходяться в торці будівлі дошкільного навчального закладу, температура повітря повинна бути не менше +21 °С

Природна вентиляція приміщень дошкільних навчальних закладів здійснюється через вентиляційні канали. Окремі системи вентиляції повинні бути в харчоблоці, ізоляторі, роздягальнях, туалетних кімнатах відсутності дітей приміщення дошкільних навчальних закладів повинні періодично провітрюватися. Ефективним є наскрізне або кутове провітрювання. Забороняється провітрювання через туалетні кімнати. Тривалість провітрювання залежить від температури зовнішнього повітря, напрямку вітру та ефективності роботи опалювальної системи. Наскрізне провітрювання має проводитися кожні 1,5-2 години з тривалістю не менше 10 хвилин. У спальнях наскрізне провітрювання здійснюється до та після сну дітей.

У холодну пору року провітрювання повинно бути закінчене не пізніше ніж за 30 хвилин до приходу дітей із занять або з прогулянки і за 30 хвилин до сну. Під час сну може бути забезпечено доступ свіжого повітря з одного боку приміщення, але за 30 хвилин до підйому дітей його припиняють. Після короточасних провітрювань допускається зниження температури повітря у

групових осередках до +19 °С для дітей 4-5 років і до +18 °С для дітей старше 5 років.

У теплу пору року в приміщеннях із постійним перебуванням дітей забезпечується широкий доступ свіжого повітря, а саме через однобічну аерацію приміщень у присутності дітей. Денний і нічний сон має бути при відкритих вікнах, фрамугах, кватирках за відсутності протягів.

Відносна вологість повітря в приміщеннях, де перебувають діти, повинна бути в межах 40-60 %.

Таблиця 1.4 – Нормативи штучної освітленості основних приміщень

Найменування приміщень	Освітленість не менше (лк)	Горизонтальні поверхні, де замірюються рівні освітленості
Приймальня, роздягальня	200	На підлозі
Групові, ігрові, кімнати для використання комп'ютерної техніки, ігротека	300	На підлозі
Спальня	150	На підлозі
Зали для музичних та фізкультурних занять, кімнати для використання технічних засобів навчання	400	На підлозі
Зал басейну	150	На поверхні води
Туалетна	75	На підлозі
Буфетна	200	0,8 м над підлогою
Медичний кабінет, кабінет	300	0,8 м над підлогою

Опис основних приймачів:

1 кабель – котельня блочно-модульна на газовому паливві, зовнішнє освітлення виконане світодіодними лампами,

2 кабель – установка теплового насосу. Внутрішнє штучнє освітлення виконане світодіодними лампами, посудомойна машиа, пральна машина, сушильні прилади, персональні комаьютери, телевізори, кондиціонери, холодильник.



## **2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ**

## 2.1 Характеристики теплопередачі трансмісії

### Конструкція зовнішніх огороджуючих конструкцій

Зовнішні стіни: стіни будівлі виконані з газобетону UDK Power Blok 600 товщиною 375 мм, щільність – 600 кг/м<sup>3</sup>; утеплювач із плити URS AGEО ФАСАД з вітроізоляційною плівкою товщиною 1мм, щільність – 35 кг/м<sup>3</sup>; повітряний прошарок товщиною 50 мм; плити фасадні фіброцементні товщиною 8мм;

Суміщені перекриття: монолітна плита покриття товщиною 250 мм, щільність – 2400 кг/м<sup>3</sup>; похилоутворюючий шар товщиною 30-160 мм (керамзит ущільнений граншлаком), щільність – 400кг/м<sup>3</sup>; теплова ізоляція – екструдований пінополістирол товщиною 220 мм, щільність – 35 кг/м<sup>3</sup>; цементно-піщана стяжка товщиною 50мм, щільність 1600 кг/м<sup>3</sup>.

Підлога на ґрунті: монолітна залізобетонна плита товщиною 150мм, щільність – 2400кг/м<sup>3</sup>; стяжка с ніздрюватого бетону D 350 товщиною 50мм, щільність – 600кг/м<sup>3</sup>; теплова ізоляція – екструзійний пінополістирол товщиною 50мм, щільність – 35кг/м<sup>3</sup>.

Світлопрозорі конструкції (4M1-10-4M1-10-4i) двокамерний склопакет. Два скла 4M1- безбарвне листове скло отримане методом витяжки, товщиною 4 мм. Дві повітряні камери (10) між склом товщиною по 10 мм. Енергозберігаюче скло (4i) зі сторони вулиці 4 мм. Значенням опору теплопередачі  $R_{gmin} = 0,75 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ . Відповідно до ДБН В.2.6-31 << ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ >>, так як усі склопакети проходять перевірку.

Значенням опору теплопередачі дверей  $R_{gmin} = 0,6 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$ . Відповідно до ДБН В.2.6-31 << ТЕПЛОВА ІЗОЛЯЦІЯ БУДІВЕЛЬ >>, так як усі склопакети проходять перевірку.

В будівлі дитячого садка передбачена водяна система опалення, гаряче водозабезпечення, підключення до модульної котельні. Вентиляція в будівлі припливно-витяжна з механічним спонуканням. Приплив та видалення повітря здійснюється через вентиляційні канали.

Так як ДНЗ розташований у м Дніпро, то відповідно до ДБН В.2.6-31 (додаток В).

КАРТА-СХЕМА ТЕМПЕРАТУРНИХ ЗОН УКРАЇНИ



Рисунок 2.1 – Температурні зони України

Будівля знаходиться у першій температурній зоні України. Для розрахунку прийнято, що приведений опір теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій відповідає нормативним вимогам ДБН В.2.6-31.

Таблиця 2.1 – Мінімумально допустимий опір теплопередачі зовнішніх огорожуючих конструкцій

№ поз	Вид огорожувальної конструкції	Значення $R_q \min$ , $m^2 \cdot K/Вт$ , для температурної зони	
		I	II
1	Зовнішні стіни	3,3	2,8
2	Суміщені покриття	5,35	4,9
3	Горищні покриття	4,95	4,5
4	Перекриття над підв.	3,75	3,3
5	Світлопрозорі ОЗ	0,75	0,6

Коефіцієнти теплопередачі трансмісією визначені згідно з ДБН В.2.6-31

Таблиця 2.2 – Теплові характеристики матеріалів

Стіна							
Огороджуюча конструкція	Матеріал	Товщина $\delta$ (мм)	Товщина $\delta$ (м)	густина $\rho$ (кг/м <sup>3</sup> )	теплопровідність $\lambda$ (Вт/(м*°К))	Термічний опір шару (м <sup>2</sup> *°К/Вт)	Площа однорідної конструкції (м <sup>2</sup> )
Внутрішня штукатурка	Гіпсова штукатурка	40	0,04	800	0,21	0,1904	506,68
Стіна	Газобетон у UDK Power Blok 600	375	0,375	600	0,16	2,3437	
Утеплювач	плити URS AGEО (мінеральна вата)	100	0,1	35	0,046	2,1739	
Зовнішнє оздоблення	Вітроізоляційна плівка	1	0,001	35	0	-	
	Повітряний прошарок	50	0,05	1,29	0,0257	1,94552	
	плити фасадні	8	0,008	1800	0,52	0,0153	

Узагальнений коефіцієнт теплопередачі до ґрунту визначався згідно з ДСТУ Б А.2.2-12 (методикою Б.1.3 додатка Б. Приклад розрахунку наведено у додатку Г).

Знаходимо ,відповідно до ДБН В.2.6-31 (додаток Е), розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішніх та зовнішніх поверхонь. Приймаємо наступні:

$\alpha_z = 23$  коефіцієнти зовнішньої тепловіддачі;

$\alpha_v = 8,7$  коефіцієнти внутрішньої тепловіддачі.

$t_z = -0,2$  °С – Приймаємо, згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 «Будівельна кліматологія».

$t_v = 22$  °С – приймаємо відповідно до ДБН В.2.6-31.

Термічний опір шару знаходимо відповідно до формули:

$$R_{ш} = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (2.1)$$

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції, розраховуємо за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_v} + \Sigma R_i + \frac{1}{\alpha_z}, \quad (2.2)$$

Таблиця 2.3 – Коефіцієнти тепловіддачі відповідної конструкції

Тип конструкції	Коефіцієнт тепловіддачі, Вт/(м <sup>2</sup> · К)	
	αв	αз
Зовнішні стіни, дахи, покриття, перекриття над проїздами плоскі та з ребрами при відношенні висоти ребра h до відстані між гранями b сусідніх ребер h/b ≤ 0,3 h/b > 0	8,7	23
	7,6	23
Перекриття горищ та холодних підвалів Перекриття над холодними підвалами та технічними поверхами, що розташовані нижче рівня землі	8,7	12
	8,7	6
Вікна, балконні двері, вітражі та світлопрозорі фасадні системи Зенітні ліхтар	8	23
	9,9	23

Відповідно теплопровідність огороджуючої конструкції.

$$U = \frac{1}{R}, \quad (2.3)$$

Таблиця 2.4 – Теплоаровідність та термічний опір шарів суміщеного покриття

Огороджувача конструкція	Огороджувача конструкція	Матеріал	Товщина $\delta$ (мм)	Товщина $\delta$ (м)	Густина $\rho$ (кг/м <sup>3</sup> )	Теплопровідність $\lambda$ (Вт/(м·°К))	Термічний опір шару (м <sup>2</sup> ·°К/Вт)
Суміщене покриття	Основа	Монолітна плита	250,0	0,25	2400	2,04	0,12
	Утеплювач	Екструдований пінополістирол (Г1)	220,00	0,22	35	0,03	7,33
	Похилоутворюючий шар	Шар керамзиту, розклинцований граншлаком	30,00	0,03	400	0,41	0,07
	Цементно-піщана стяжка	Цементно-піщана стяжка	50,00	0,05	1600	0,09	0,54

Таблиця 2.5 – Теплопровідність та термічний опір шарів перекриття над підвалом

Огороджуюча конструкція	Матеріал	Товщина $\delta$ (мм)	Товщина $\delta$ (м)	густина $\rho$ (кг/м <sup>3</sup> )	теплопровідність $\lambda$ (Вт/(м·°К))	Термічний опір шару (м <sup>2</sup> ·°К/Вт)
Основа	З.Б. плита	150,00	0,15	2 400,00	2,04	0,07
Стяжка	Ніздрюватий бетон	50,00	0,05	600,00	0,18	0,28
Утеплювач	екструзійний пінополістирол	50,00	0,05	35,00	0,03	1,67

Відповідно для перекриття над холодними підвалами коефіцієнти тепловіддачі обираємо наступні:

$\alpha_z = 6$  коефіцієнти зовнішньої тепловіддачі;

$\alpha_v = 8,7$  коефіцієнти внутрішньої тепловіддачі.

Таблиця 2.6 – Теплопровідність та теплоємність ґрунту

Опис	$\lambda$ , Вт/(м·К)	Теплоємність на одиницю об'єму, рс, Дж/(м <sup>2</sup> ·К)
Глина або мул	1,5	3000000
Пісок або гравій	2	2000000

Тепловий внутрішній поверхневий опір, приймають згідно з таблицею, а також тепловий зовнішній поверхневий опір, приймають згідно з таблицею.



Таблиця 2.7 – Тепловий поверхневий опір

Тип огорожувальної конструкції	Тепловий поверхневий опір	
Внутрішній, для вертикальних огорожувальних конструкцій	0,115	м <sup>2</sup> ·К/Вт
Внутрішній, для горизонтальних огорожувальних конструкцій (тепловий потік зверху вниз)	0,17	м <sup>2</sup> ·К/Вт
Внутрішній, для горизонтальних огорожувальних конструкцій (тепловий потік знизу вверх)	0,1	м <sup>2</sup> ·К/Вт
Усі зовнішні поверхні	0,043	м <sup>2</sup> ·К/Вт

Аналізуємо данні та заносимо до таблиці нижче

Таблиця 2.8 – Характеристика перекриття над підвалом

Теплопровідність ґрунту	$\lambda$	2	Вт/(м·К)
Зовнішній периметр підлоги	P	166,53	м
Тепловий внутрішній поверхневий опір	R <sub>si</sub>	0,17	м <sup>2</sup> ·К/Вт
термічний опір підлоги	R <sub>f</sub>	2,30	м <sup>2</sup> ·К/Вт
тепловий зовнішній поверхневий опір	R <sub>se</sub>	0,04	м <sup>2</sup> ·К/Вт

Еквівалентну товщину підлоги, розраховують за формулою:

$$dt = w + \lambda \times (R_{si} + R_f + R_{se}) = 5.60 , \quad (2.4)$$

Де А - площа підлоги, м<sup>2</sup>;

P - зовнішній периметр підлоги, м;

$w$  - загальна товщина зовнішньої стіни, включаючи всі шари, м;

$\lambda$  - теплопровідність ґрунту, Вт/(м·К);

$R_{si}$  - тепловий внутрішній поверхневий опір, м<sup>2</sup>·К/Вт;

$R_f$  - термічний опір підлоги включаючи всі шари, м<sup>2</sup>· К/Вт;

$R_{se}$  - тепловий зовнішній поверхневий опір, м<sup>2</sup>· К/Вт.

Характерний розмір підлоги, що дорівнює відношенню площі підлоги на половину периметра підлоги за формулою:

$$B' = \frac{A}{(0.5 \cdot P)} = 11.29, \quad (2.5)$$

Оскільки  $dt < B'$  то, коефіцієнт теплопередачі підлоги по ґрунту  $U$ , Вт/(м<sup>2</sup> К), визначають за формулою:

$$U = \frac{2 \times \lambda}{\pi \times B + dt} \times \ln \left( \frac{\pi \times B'}{dt} + 1 \right) = 0.19 \left( \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right), \quad (2.6)$$

Відповідно можна зазначити що перекриття задовольняють норми ДБН і мають наступний термічний опір:

Перекриття над підвалом

$$(R_{qmin(під)}=3,75) < (R_{0(під)} = 5,15), \quad (2.7)$$

Суміщене покриття

$$(R_{qmin(ср)}=5,35) < (R_{0(ср)} = 8,23), \quad (2.8)$$

Зовнішні стіни

$$(R_{qmin(стіл)}=3.3) < (R_{0(стіл)} = 6.83), \quad (2.9)$$

Отже, теплоізоляція проходить вимоги ДБН.

Безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища.

$$H_d = \sum(S \cdot \sum \frac{\delta}{\lambda}) = 792,37 \left(\frac{\text{Вт}}{^\circ\text{К}}\right), \quad (2.10)$$

Де  $S$  – площа огорожувальної конструкції

## 2.2 Потужність системи опалення для покриття трансмісійних втрат

Враховуючи характеристики теплопередачі трансмісією, а також враховуючи що у період опалення буде працювати модульна котельня розрахуємо потужність системи опалення.

Визначаємо потужності трансмісійних втрат для будівлі при середньому та розрахунковому навантаженні на систему опалення.

$$Q_{tr} = (t_{вн} - t_{з}) \cdot \sum U \cdot S = 15\,502,4 \text{ (Вт)}, \quad (2.11)$$

ККД = 0,9 Обираємо з Наказу №169 про затвердження Методики визначення енергетичної ефективності будівель.

Відповідно потужність генератора теплової енергії для покриття трансмісійних втрат.

$$P = \frac{Q_{tr}}{\text{ККД}} = 17,22 \text{ (кВт)}, \quad (2.12)$$

## 2.3 Загальнв теплопередача через вентиляцію

Розрахунок ведеться відповідно до ДСТУ Б А.2.2-12 (пункт 9). Вважаємо що у ДНЗ відсутнє зонування.

Величина повітрообміну при вентиляції, включаючи інфільтрацію, прийнята на рівні мінімального значення кратності повітрообміну для

дошкільного навчального закладу та складає  $n = 0,5$ . Теплоємність одиниці об'єму повітря  $\rho_a c_a = 0.33$ .

Усереднена за часом витрата повітря від  $k$ -го елемента,  $\text{м}^3/\text{год}$ .

$$q_{\text{ve},k,mn} = V \cdot n = 2\,996,9 \left( \frac{\text{м}^3}{\text{год}} \right), \quad (2.13)$$

, Де  $V$  – Опалювальний (охолоджувальний) об'єм  $V = 5993.83 \text{ м}^3$ .

Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією  $H_{\text{ve},adj}$ ,  $\text{Вт/К}$ , розраховують за формулою.

$$H_{\text{ve},adj} = \rho_a \cdot c_a \cdot q_{\text{ve},k,mn} = 988,98, \quad (2.14)$$

Де  $\rho_a c_a$  - теплоємність повітря одиниці об'єму дорівнює  $0,33 \text{ Вт год}/(\text{м} \cdot \text{К})$ ;  
 $q_{\text{ve},k,mn}$  - усереднена за часом витрата повітря;

Сумарну теплопередачу вентиляцією  $Q_{\text{ve}}$ ,  $\text{Вт год}$ , розраховують для кожного місяця.

Для опалення:

$$Q_{\text{ve}} = H_{\text{ve},adj} \cdot (\theta_{\text{int,set,H,z}} - \theta_e) \cdot t, \quad (2.15)$$

Для охолодження:

$$Q_{\text{ve}} = H_{\text{ve},adj} \cdot (\theta_{\text{int,set,H,z}} - \theta_e) \cdot t + \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^{24} f_{\text{vej}} \cdot H_{\text{ve,extra},j,k} \cdot (\theta_{\text{int,C,z}} - \theta_{e,j}), \quad (2.16)$$

Де  $H_{\text{ve},adj}$  - загальний коефіцієнт теплопередачі вентиляцією;  
 $H_{\text{ve, extra},j,k}$  - загальний коефіцієнт теплопередачі за рахунок додаткової вентиляції (нічна вентиляція та/або природне охолодження) від  $k$ -го елемента,  $\text{Вт/К}$ , визначений згідно з 9.2.2.7;

$\theta_{\text{int,set,H}}$  - задана температура зони будівлі для опалення;

$\theta_{\text{int,set,c,z}}$  ~ задана температура зони будівлі для охолодження;

$\theta_e$  - середньомісячна температура зовнішнього середовища;

$\theta_{ej}$  - температура зовнішнього середовища;

$t$  - тривалість місяця;

$f_{\text{ve,extra,j,k}}=0$  --- частка роботи для конкретної-ої години доби і-го дня місяця від к-го елемента додаткової вентиляції (якщо нічна вентиляція та/або природне охолодження працює);

Заносимо розраховані данні до таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Характеристика вентиляції.

Розрахунок величини теплопередачі вентиляцією							
№	Місяць	$N_{\text{ve}}$	$t_{\text{int}}$	$t_{\text{next}}$	Кількість діб роботи системи опалення	$T$	$Q_{\text{ve}}$
1	Січень	988,9822	22	-4,7	31	744	19 645,93
2	Лютий	988,9822	22	-3,8	28	672	17 146,58
3	Березень	988,9822	22	1,1	31	744	15 378,28
4	Квітень	988,9822	22	9,6	11	264	3 237,53
5	Травень	988,9822	22	16	31	744	4 414,82
6	Червень	988,9822	22	19,6	30	720	1 708,96
7	Липень	988,9822	22	21,6	31	744	294,32
8	Серпень	988,9822	22	20,7	31	744	956,54
9	Вересень	988,9822	22	15,4	30	720	4 699,64
10	Жовтень	988,9822	22	8,6	10	240	3 180,57
11	Листопад	988,9822	22	2,2	30	720	14 098,93
12	Грудень	988,9822	22	-2,5	31	744	18 027,17

## 2.4 Характеристики сонячних та внутрішніх теплонадходжень

Розрахунок ведеться відповідно до ДСТУ Б А.2.2-12 (пункт 10; 11). Джерелом теплових надходжень від сонця є сонячна радіація, режим якої характерний у даній місцевості, та визначається орієнтацією сприймаючих поверхонь, постійним чи рухомим затіненням, пропусканням та поглинанням сонячної енергії й характеристиками теплопередачі сприймаючих поверхонь. Коефіцієнт, що включає характеристики та площу сприймаючих поверхонь (включно з впливом затінення), називається еквівалентною площею інсоляції.

Таблиця 2.10 –Площа проєкцій частин будівлі за сторонами світу

Вид огорожувальних конструкцій	Орієнтація	Фасад	Площа конструкції, м <sup>2</sup>
Зовнішні стіни	ПН	-	0
	ПН-СХ	7-9;3-7;1-3	237,27
	СХ	-	0
	ПД-СХ	Д-А; Г-А по осі 7	184,16
	ПД	К-Д	137,97
	ПД-ЗХ	7/8-2/3	138,23
	ЗХ	Д-К	137,97
	ПН-ЗХ	А-Д; А-Г по осі 3	194,4
Перекриття горища	горизонт		960
Вікна та інші світлопрозорі конструкції	ПН	-	0
	ПН-СХ	7-9;3-7;1-3	73,34
	СХ	-	0
	ПД-СХ	Д-А; Г-А по осі 7	88,267
	ПД	К-Д	59
	ПД-ЗХ	7/8-2/3	53,1
	ЗХ	Д-К	59
	ПН-ЗХ	А-Д; А-Г	79,987

Згідно з ДСТУ-Н Б В.1.1-27 знаходимо Середньомісячну сонячну радіацію на відповідні площини.

Таблиця 2.11 – Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини

Місяць року	Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини, $I_{sol}$ , Вт/м <sup>2</sup>								
	ПН	ПН-СХ	СХ	ПД-СХ	ПД	ПД-ЗХ	ЗХ	ПН-ЗХ	Горизонт
Січень	13	13	21	37	50	40	22	13	32
Лютий	24	24	36	58	70	62	38	24	59
Березень	35	38	58	79	90	83	61	39	101
Квітень	39	56	77	97	92	94	73	55	149
Травень	56	81	104	112	101	110	99	79	211
Червень	67	94	111	114	96	113	105	90	228
Липень	61	87	108	115	98	112	104	86	220
Серпень	40	69	93	118	106	117	89	68	185
Вересень	29	46	70	109	102	110	66	46	130
Жовтень	19	22	38	77	75	77	37	22	71
Листопад	11	12	17	38	39	39	17	12	31
Грудень	9	9	14	28	35	29	15	9	22

Розрахунок еквівалентної площі інсоляції непрозорих елементів будівлі. Безрозмірний коефіцієнт поглинання сонячної радіації непрозорою частиною(приймають згідно з даними таблиці 10 з ДСТУ Б А.2.2-12). Для горизонтальної поверхні приймаємо  $\alpha_{s,c} = 0.7$  .Для вертикальної поверхні приймаємо  $\alpha_{s,c} = 0.65$ .

Тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, м<sup>2</sup>·К/Вт, приймають  $R_{se} = 0,043$  м<sup>2</sup>·К/Вт.

Еквівалентну площу інсоляції непрозорої частини оболонки будівлі  $A_{sol}$ ,  $m^2$ , розраховують за формулою:

$$A_{sol} = a_{sc} \cdot R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \quad (2.17)$$

Де  $A_c$  - Площа проекції непрозорої частини.

Таблиця 2.12 – характеристика світлонепрозорої частини огорожувальної конструкції

Вид огорожувальних конструкцій	Орієнтація	Фасада	Площа конструкції, $m^2$	$a_{s,c}$	$R_{se}$ ( $m^2 \cdot K / Вт$ )	$U_c$ ( $Вт / (m^2 \cdot ^\circ K)$ )	$A_{sol}$ , $m^2$
Зовнішні стіни	ПН	-	0	0,7	0,043	0,14642	0
	ПН-СХ	7-9;3-7;1-3	237,27	0,7	0,043	0,14642	1,05
	СХ	-	0	0,7	0,043	0,14642	0
	ПД-СХ	Д-А; Г-А по осі 7	184,16	0,7	0,043	0,14642	0,81
	ПД	К-Д	137,97	0,7	0,043	0,14642	0,61
	ПД-ЗХ	7/8-2/3	138,23	0,7	0,043	0,14642	0,61
	ЗХ	Д-К	137,97	0,7	0,043	0,14642	0,61
	ПН-ЗХ	А-Д; А-Г по осі 3	194,4	0,7	0,043	0,14642	0,86
Перекриття горища	горизонт		960	0,6	0,043	0,12155	3,26



Розрахунок еквівалентної площі інсоляції світлопрозорих елементів будівлі. Типові значення коефіцієнта загального пропускання сонячної енергії при нормальному куті падіння для поширених типів скління вибираємо з ДСТУ Б А.2.2-12(Таблиця 8). Так як використовується склопакет 4М1-10-4М1-10-4і , то обираємо пункт потрійне скління з одним селективним низько емісійним покриттям  $g_n = 0,58$ .

Поправочний коефіцієнт для нерозсіювального скління, приймають  $F_w=0.9$ .

Загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини елемента, визначений згідно з формулою:

$$g_{gl} = F_w \cdot g_n = 0.522 , \quad (2.18)$$

Приймаємо що завіси не використовуються, тоді понижувальний коефіцієнт дорівнює нулю.

Відповідно, загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії скління за наявності сонячного затінення  $g_{gl+sh} = 0$  .

Частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції застеленого елемента, за відсутності даних дозволяється прийняти  $F_f = 0.3$ .

Зважені інтервали часу, коли сонячне затінення використовується, наприклад, як функція інтенсивності падаючого сонячного випромінювання (яка залежить від клімату, сезону та орієнтації). Зважені інтервали часу, коли сонячне затінення використовується,  $f_{Sh'With}$  визначають на основі проектних вхідних даних та погодинних моделей або за фактичним станом. Так як м Дніпро знаходиться у 2 архітектурно-будівельному кліматі, то обираємо наступні данні.

Таблиця 2.13 – Коefіцієнти використанн сонячного затінення

Місяць року	ПН	ПН- СХ	СХ	ПД- СХ	ПД	ПД- ЗХ	ЗХ	ПН- ЗХ
Січень	0	0	0	0	0	0	0	0
Лютий	0	0	0	0	0	0	0	0
Березень	0	0	0	0	0	0	0	0
Квітень	0	0	0	0	0	0	0	0
Травень	0,06	0	0	0,01	0,15	0,37	0,42	0,28
Червень	0,09	0	0,02	0,09	0,27	0,48	0,5	0,38
Липень	0,08	0,04	0,16	0,27	0,42	0,51	0,51	0,39
Серпень	0,04	0	0,09	0,23	0,45	0,58	0,54	0,37
Вересень	0	0	0	0	0	0	0	0
Жовтень	0	0	0	0	0	0	0	0
Листопад	0	0	0	0	0	0	0	0
Грудень	0	0	0	0	0	0	0	0

Понижувальний коефіцієнт затінення перешкодами для еквівалентної площі інсоляції. За відсутності фактичних даних понижувальний коефіцієнт затінення  $F_{sh,0}$  необхідно розраховувати за формулою:

$$F_{sh} = F_{hor} \cdot F_{ov} \cdot F_{fin} , \quad (2.19)$$

Де  $F_{hor}$  - частковий поправочний коефіцієнт затінення горизонту;

$F_{ov}$  - частковий поправочний коефіцієнт затінення для звисів;

$F_{fin}$  - частковий поправочний коефіцієнт затінення для ребер. Якщо ребра знаходяться з двох боків від вікна, то відповідні значення з таблиць перемножуються.

Еквівалентна площа інсоляції закслених елементів розраховується за формулою:

$$A_{sol} = F_{sg,gl} \cdot g_{gl} \cdot (1 - F_F) \cdot A_{w,p} , \quad (2.20)$$

Де  $F_{sh\ gl}$  - понижувальний коефіцієнт затінення для рухомих засобів. У випадку відсутності засобів рухомого затінення  $F_{sh\ gt} = 1$ ;

$g_{gl}$  - загальний коефіцієнт пропускання сонячної енергії світлопрозорої частини елемента;

$F_F$  - частка площі обрамлення, відношення площі проекції обрамлення до загальної площі проекції заклеєного елемента;

$A_{wp}$  - загальна площа проекції заклеєного елемента (наприклад, площа вікна), м<sup>2</sup>;

Відповідно зводимо данні до таблиці 2.14.

Таблиця 2.14 – Кооефіцієнти для розрахуну сонячних теплонадходжень

	Опалюваний період							Період охолодження								
	П Н	ПН - СХ	С Х	ПД - СХ	П Д	ПД - ЗХ	ЗХ	П Н- З Х	П Н	ПН - СХ	С Х	П Д- С Х	ПД	ПД - ЗХ	ЗХ	П Н- З Х
$F_{hor}$	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
$F_{ov}$	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,9	0,8	0,8
$F_{fin}$ left	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,8
$F_{fin}$ right	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
$F_{sh}$	0,8	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,7	0,7	0,7	0,8	0,6	0,6	0,6	0,8	0,8	0,7
$A\ m^2$	0	73	0	88	59	53	59	79	0	73	0	88	59	53	59	79,
$g_{gi}$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
$1-F_f$	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
$A_{sol}$	0	20	0	27	19	16	16	22	0	22	0	21	13	16	17	22

Таблиця 2.15.1 – Середньомісячні сонячна радіація на відповідні площини

Місяць року	Середньомісячна сонячна радіація на відповідні площини, $I_{sol}$ , Вт/м <sup>2</sup>								
	ПН	ПН-СХ	СХ	ПД-СХ	ПД	ПД-ЗХ	ЗХ	ПН-ЗХ	Горизонт
Січень	13	13	21	37	50	40	22	13	32
Лютий	24	24	36	58	70	62	38	24	59
Березень	35	38	58	79	90	83	61	39	101
Квітень	39	56	77	97	92	94	73	55	149
Травень	56	81	104	112	101	110	99	79	211
Червень	67	94	111	114	96	113	105	90	228
Липень	61	87	108	115	98	112	104	86	220
Серпень	40	69	93	118	106	117	89	68	185
Вересень	29	46	70	109	102	110	66	46	130
Жовтень	19	22	38	77	75	77	37	22	71
Листопад	11	12	17	38	39	39	17	12	31
Грудень	9	9	14	28	35	29	15	9	22

Таблиця 2.15.2 – Понижувальний коефіцієнт затінення

Місяць року	Fsh with							
	ПН	ПН-СХ	СХ	ПД-СХ	ПД	ПД-ЗХ	ЗХ	ПН-ЗХ
Травень	0,06	0	0	0,01	0,15	0,37	0,42	0,28
Червень	0,09	0	0,02	0,09	0,27	0,48	0,5	0,38
Липень	0,08	0,04	0,16	0,27	0,42	0,51	0,51	0,39
Серпень	0,04	0	0,09	0,23	0,45	0,58	0,54	0,37

Таблиця 2.15.3 – Понижувальний коефіцієнт затінення для рухомих засобів

Місяць року	Fsh,gl							
	ПН	ПН-СХ	СХ	ПД-СХ	ПД	ПД-ЗХ	ЗХ	ПН-ЗХ
Травень	0,94	1	1	0,99	0,85	0,63	0,58	0,72
Червень	0,91	1	0,98	0,91	0,73	0,52	0,5	0,62
Липень	0,92	0,96	0,84	0,73	0,58	0,49	0,49	0,61
Серпень	0,96	1	0,91	0,77	0,55	0,42	0,46	0,63

Таблиця 2.15.3– Еквівалентна площа інсоляції для світлопрозорої частини

Місяць року	для світлопрозорої прозорої частини $A_{sol}$ , м <sup>2</sup>							
	ПН	ПН-СХ	СХ	ПД-СХ	ПД	ПД-ЗХ	ЗХ	ПН-ЗХ
Січень	0	20,9	0	27,74	19,4	16,69	16,82	22,8
Лютий	0	20,9	0	27,74	19,4	16,69	16,82	22,8
Березень	0	20,9	0	27,74	19,4	16,69	16,82	22,8
Квітень	0	22,24	0	21,93	13,37	16,69	17,46	22,21
Травень	0	22,24	0	21,7107	11,3645	10,5147	10,127	15,991
Червень	0	22,24	0	19,9563	9,7601	8,6788	8,73	13,77
Липень	0	21,3504	0	16,0089	7,7546	8,1781	8,5554	13,548
Серпень	0	22,24	0	16,8861	7,3535	7,0098	8,0316	13,992
Вересень	0	22,24	0	21,93	13,37	16,69	17,46	22,21
Жовтень	0	22,24	0	21,93	13,37	16,69	17,46	22,21
Листопад	0	20,9	0	27,74	19,4	16,69	16,82	22,8
Грудень	0	20,9	0	27,74	19,4	16,69	16,82	22,8



Середньомісячні сонячні теплонадходження з урахуванням орієнтації поверхонь, розраховуємо за формулою:

$$I = (A_{\text{п}} \cdot A_{\text{нп}}) \cdot I_{\text{sol}}, \quad (2.22)$$

Де,  $A_{\text{п}}$ ---еквівалентна площа для світлопрозорої частини.

$A_{\text{нп}}$ ---еквівалентна площа для світло непрозорої частини.

Теплонадходження від сонця до зони будівлі, що розглядається, для кожного місяця  $Q_{\text{sol}}$ , Вт год. розраховують за формулою.

$$Q_{\text{sol}} = (\sum_k \Phi_{\text{sol,mn,k}}) \cdot t, \quad (2.23)$$

Де,  $\Phi_{i \text{ nt.mn.k}}$  - усереднений за часом тепловий потік від к-го внутрішнього джерела;

$A_f$  - кондиціонована площа зони будівлі;

$t$  - тривалість періоду використання;

Відповідно до таблиці нижче примаємо відповідне виділення тепла.

Та зіставимо таблицю сумарнийх внутрішніх теплонадходжень.

Таблиця 2.17 – Нормативні значення теплонадходжень

Призначення будівлі	Графік використання, год/тиждень	Метаболічна теплота, Вт/м <sup>2</sup>	Освітлення, Вт/м <sup>2</sup>	Обладнення, Вт/м <sup>2</sup>
Одноквартирні будинки	112	1,2	2	2
Багатоквартирні будинки, гуртожитки	112	1,8	2	2
Громадські будівлі адміністративного призначення, офіси	50	4	7	6
Будівлі навчальних закладів	50	7	7	6
Будівлі дитячих дошкільних закладів	50	7	7	3
Будівлі закладів охорони здоров'я	168	2,7	7	6
Готелі	168	4	8	2
Ресторани	84	5	8	4
Спортивні заклади	84	5	8	1
Будівлі закладів оптової та роздрібної торгівлі	84	7	12	2
Будівлі культурно-розважальних закладів та дозвільних установ	56	5	8	2
Інші види будівель	60	3	7	2



Таблиця 2.18.1 – Еквівалентна площа інсоляції для світлонерпрозорої частини.

Місяць року	для непрозорої частини $A_{sol}$ , м <sup>2</sup>								
	ПН	ПН-СХ	СХ	ПД-СХ	ПД	ПД-ЗХ	ЗХ	ПН-ЗХ	Гор.
Січень	-	1,05	-	0,81	0,61	0,61	0,61	0,86	3,26
Лютий	-	1,05	-	0,81	0,61	0,61	0,61	0,86	3,26
Березень	-	1,05	-	0,81	0,61	0,61	0,61	0,86	3,26
Квітень	-	1,05	-	0,81	0,61	0,61	0,61	0,86	3,26
Травень	-	1,05	-	0,81	0,61	0,61	0,61	0,86	3,26
Червень	-	1,05	-	0,81	0,61	0,61	0,61	0,86	3,26
Липень	-	1,05	-	0,81	0,61	0,61	0,61	0,86	3,26
Серпень	-	1,05	-	0,81	0,61	0,61	0,61	0,86	3,26
Вересень	-	1,05	-	0,81	0,61	0,61	0,61	0,86	3,26
Жовтень	-	1,05	-	0,81	0,61	0,61	0,61	0,86	3,26
Листопад	-	1,05	-	0,81	0,61	0,61	0,61	0,86	3,26
Грудень	-	1,05	-	0,81	0,61	0,61	0,61	0,86	3,26

Таблиця 2.18.2 – Середньомісячні сонячні теплонадходження

Місяць року	Середньомісячні сонячні теплонадходження з урахуванням орієнтації поверхонь, Вт							
	ПН	ПН-СХ	СХ	ПД-СХ	ПД	ПД-ЗХ	ЗХ	ПН-ЗХ
Січень	-	285,29	-	1 056,41	1 000,40	6 91,97	383,42	307,54
Лютий	-	526,70	-	1 656,00	1 400,57	1 072,55	662,27	567,76

Кінець таблиці 2.18.2

Березень	-	833,94	-	2 255,58	1 800,73	1 435,84	1 063,11	922,62
Квітень	-	1 304,00	-	2 205,94	1 285,99	1 626,13	1 318,97	1 268,67
Травень	-	1 886,14	-	2 522,51	1 209,23	1 223,63	1 062,75	1 330,99
Червень	-	2 188,86	-	2 367,55	995,35	1 049,55	980,50	1316,43
Липень	-	1 948,46	-	1 934,37	819,54	984,18	953,00	1 238,82
Серпень	-	1 606,72	-	2 088,34	843,93	891,43	768,93	1 009,74
Вересень	-	1 071,14	-	2 478,84	1 425,77	1 902,92	1 192,49	1 061,07
Жовтень	-	512,29	-	1 751,11	1 048,36	1 332,04	668,52	507,47
Листопад	-	263,35	-	1 084,96	780,32	674,67	296,28	283,88
Грудень	-	197,51	-	799,45	700,28	501,68	261,42	212,91

Таблиця 2.19 – Сумарні теплонадходження

Місяць року	Середньомісячні сонячні теплонадходження з урахуванням орієнтації поверхонь, Вт								Т теплонадходження
	ПН	ПН-СХ	СХ	ПД-СХ	ПД	ПД-ЗХ	ЗХ	ПН-ЗХ	Qsum, кВт·год
Січень	-	285,29	-	1 056,41	1 000,40	691,97	383,42	307,54	2463,4
Лютий	-	526,70	-	1 656,00	1 400,57	1 072,55	662,27	567,76	3677,7
Березень	-	833,94	-	2 255,58	1 800,73	1 435,84	1 063,11	922,62	5876,6

Кінець таблиці 2.19

Кві тен ь	-	304,00	-	2 205,94	1 285,99	1 626,13	1 318,97	1268,67	6189,5
Тра вен ь	-	1 886,14	-	2 522,51	1 209,23	1 223,63	1 062,75	1330,99	6563,1
Чер вен ь	-	2 188,86	-	2 367,55	995,35	1 049,55	980,50	1316,43	6109,2
Ли пен ь	-	1 948,46	-	1 934,37	819,54	984,18	953,00	1238,82	5547,4
Сер пен ь	-	1 606,72	-	2 088,34	843,93	891,43	768,93	1009,74	5052,7
Вер есе нь	-	1 071,14	-	2 478,84	1 425,77	1 902,92	1 192,49	1061,07	6278,0
Жо вте нь	-	512,29	-	1 751,11	1 048,36	1 332,04	668,52	507,47	4022,9
Лис топ ад	-	263,35	-	1 084,96	780,32	674,67	296,28	283,88	2138,9
Гру ден ь	-	197,51	-	799,45	700,28	501,68	261,42	212,91	1681,9

## 2.5 Енергопотреби системи опалення та охолодження.

Розрахунок ведеться відповідно до ДСТУ Б А.2.2-12 ( пункт 12).

Загальні трансмісійні втрати розраховуються за формулою :

$$Q_{tr} = \frac{t_3}{t_{вн} - t_{30}} \cdot (t_{вн} - Q_{trcep}) \cdot \tau, \quad (2.24)$$

Де,  $\tau$  – тривалість неопалювального (опаювального) сезону.

Національне значення для внутрішньої теплоємності обираємо відповідно до ДСТУ Б А.2.2-12 (таблиця 15)  $C=80$  (Вт · год/(м<sup>2</sup>·°К))

Внутрішню теплоємність будівлі  $C_m$ , Вт год/К, розраховують за формулою:

$$C_m = C \cdot A_f, \quad (2.25)$$

Де  $A_f$  --- Кондиціонована площа будівлі;

Часова константа зони будівлі  $\tau$ , год, характеризує внутрішню теплову інерцію кондиціонованої зони, як для періоду опалення, так і для періоду охолодження.  $\tau$  розраховують за формулою:

$$\tau = \frac{C_m}{N_{tr} + N_{ve}}, \quad (2.26)$$

Де,  $N_{tr}$  – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією;

$N_{ve}$  – репрезентативне значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією;

Безрозмірний числовий параметр, що залежить від часової константи будівлі, визначений за формулою:

$$a_h = a_{,0} + \frac{\tau}{\tau_{,0}}, \quad (2.27)$$

Де,  $a_{,0}$  – довідковий безрозмірний числовий параметр;

$\tau$  – часова константа будівлі;

$\tau_{,0}$  – довідкова часова константа, яку приймають 15 год;

Безрозмірний коефіцієнт використання надходжень для опалення  $n_{,gn} \sim$  це функція спів відношення надходжень і втрат теплоти ун та числового параметра  $an$ , який залежить від інерції будівлі.

Зіставимо розрахункові таблицю для опалювального сезону.

Таблиця 2.20 – Коефіцієнти для розрахунку енергоспоживання

Для періоду опалення		
Національне значення для внутрішньої теплоємності $Вт \cdot год / (м^2 \cdot К)$	$C$	80,00
Внутрішня теплоємність будівлі $(Вт \cdot год / ^\circ К)$	$C_m$	479 506,50
загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією $(Вт / ^\circ К)$	$H_{tr,adj}$	792,37
Значення загального коефіцієнта теплопередачі вентиляцією $(Вт / ^\circ К)$	$H_{ve,adj}$	5 933,89
Часова константа будівлі, (год)	$\tau$	71,29
Безрозмірний числовий параметр	$an$	5,75

Таблиця 2.21.1 – Витрати та надходження

Місяць року	t	Потужність трансмісійні втрати	Опалювальний сезон	Трансмісійні втрати	Втрати з вентиляції	Сонячні теплонадходження	Внутрішні Теплонадходження
		Q Вт	днів	Q <sub>tr</sub> кВт/год	Q <sub>ve</sub> кВт/год	Q <sub>sol</sub> , кВт·год	Q <sub>int</sub> , кВт·год
Січень	-4,7	15 502,38	31	13 871,70	19 645,93	2 457,08	6,41
Лютий	-3,8	15 502,38	28	12 106,94	17 146,58	3 671,36	6,41
Березень	1,1	15 502,38	31	10 858,37	15 378,28	5 869,64	7,05
Квітень	9,6	15 502,38	11	2 285,97	3 237,53	7 532,09	6,73
Травень	16	15 502,38	-	-	4 414,82	6 556,69	6,41
Червень	19,6	15 502,38	-	-	1 708,96	6 102,52	6,73
Липень	21,6	15 502,38	-	-	294,32	5 547,17	0,32
Серпень	20,7	15 502,38	-	-	956,54	5 049,21	3,53
Вересень	15,4	15 502,38	-	-	4 699,64	6 271,00	7,05
Жовтень	8,6	15 502,38	10	2 245,75	3 180,57	5 283,69	7,37
Листопад	2,2	15 502,38	30	9 955,04	14 098,93	2 131,88	7,05
Грудень	-2,5	15 502,38	31	12 728,71	18 027,17	1 674,55	7,37

Таблиця 2.18.2– Енергопотреба систем опалення

Місяць року	Кофіцієнт інерційності	Сумарні теплові надходження	Сумарну теплопередачу		Кофіцієнт використання теплонадходжень	Енергопотреба системи опалення
	$a_n$	$Q_{gn}$ кВт/год	$Q_{ht}$ кВт/год	$\gamma$	$\eta_{gn}$	кВт*год
Січень	18,95	2 463,49	33 517,63	0,07	1,00	31 054,14
Лютий	18,95	3 677,77	29 253,52	0,13	1,00	25 575,75
Березень	18,95	5 876,69	26 236,65	0,22	1,00	20 359,96
Квітень	18,95	7 538,82	5 523,50	1,36	0,73	-
Травень	18,95	6 563,10	4 414,82	1,49	0,67	-
Червень	18,95	6 109,25	1 708,96	3,57	0,28	-
Липень	18,95	5 547,49	294,32	18,85	0,05	-
Серпень	18,95	5 052,74	956,54	5,28	0,19	-
Вересень	18,95	6 278,0	4 699,64	1,34	0,75	-
Жовтень	18,95	5 291,06	5 426,32	0,98	0,96	-
Листопад	18,95	2 138,93	24 053,97	0,09	1,00	21 915,04
Грудень	18,95	1 681,9	30 755,88	0,05	1,00	29 073,96

Таблиця 2.22.1 – Витрати та надходження

Місяць року	t	Потужність трансмісійні втрати	Тривалість періоду охолодження	Трасмісійні втрати	Втрати з вентиляції	Сонячні теплонадходження	Внутрішні Теплонадходження
		Q Вт	днів				
Січень	-4,7	15 502,38	-	-	19 645,93	2 457,08	6,41
Лютий	-3,8	15 502,38	-	-	17 146,5	3 671,36	6,41
Березень	1,1	15 502,38	-	-	15 378,28	5 869,64	7,05
Квітень	9,6	15 502,38	-	-	3 237,53	7 532,09	6,73
Травень	16	15 502,38	-	-	4 414,82	6 556,69	6,41
Червень	19,6	15 502,38	7	281,56	1 708,96	6 102,52	6,73
Липень	21,6	15 502,38	31	207,82	294,32	5 547,17	0,32
Серпень	20,7	15 502,38	10	217,87	956,54	5 049,21	3,53
Вересень	15,4	15 502,38	-	-	4 699,64	6 271,00	7,05
Жовтень	8,6	15 502,38	-	-	3 180,57	5 283,69	7,37
Листопад	2,2	15 502,38	-	-	14 098,93	2 131,88	7,05
Грудень	-2,5	15 502,38	-	-	18 027,17	1 674,55	7,37



Таблиця 2.22.2 – Енергопотреба системи охолодження

Місяць року	Коофіцієнт інерційності	Сумарні теплові надходження	сумарну теплопередачу		Коофіцієнт використання теплонадходжень	Енергопотреба системи охолодження
	а	Q,gn кВт/год	Q,ht кВт/год	Y	η.gn	кВт*год
Січень	18,95	2 463,49	19 645,93	0,13	0,13	-
Лютий	18,95	3 677,77	17 146,58	0,21	0,21	-
Березень	18,95	5 876,69	15 378,28	0,38	0,38	-
Квітень	18,95	7 538,82	3 237,53	2,33	1,0	-
Травень	18,95	6 563,10	4 414,82	1,49	1,0	-
Червень	18,95	6 109,25	1 990,52	3,07	1,0	4 118,73
Липень	18,95	5 547,49	502,14	11,05	1,0	5 045,35
Серпень	18,95	5 052,74	1 174,41	4,30	1,0	3 878,33
Вересень	18,95	6 278,05	4 699,64	1,3	1,0	-
Жовтень	18,95	5 291,06	3 180,57	1,66	1,0	-
Листопад	18,95	2 138,93	14 098,93	0,15	0,15	-
Грудень	18,95	1 681,92	18 027,17	0,09	0,09	-

Розрахуємо потужність котельні на опалення за місяцем із найбільшим енергоспоживанням:

$$P = \frac{E}{t} = 41 \text{ (кВт)}$$

Де,  $t$  – тривалість роботи котельні, год.

## 2.6 Визначення класу енергетичної ефективності

Питоме енергоспоживання при опаленні, для громадських будівель.

$$EP_{Huse} = \frac{Q_{Huse}}{V} = 21,33 \left( \text{кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{м}^3} \right), \quad (2.28)$$

Де  $V$ — об'єм будівлі;

$Q_{Huse}$  — річне енергоспоживання на опалення.

Питоме енергоспоживання при охолодженні, для громадських будівель.

$$EP_{Cuse} = \frac{Q_{Cuse}}{V} = 2.17 \left( \text{кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{м}^3} \right), \quad (2.29)$$

Де  $V$ — об'єм будівлі;

$Q_{Cuse}$  — річне енергоспоживання на охолодження.

Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні

$$EP_{use} = EP_{Huse} + EP_{Cuse} = 32 \left( \text{кВт} \cdot \frac{\text{год}}{\text{м}^3} \right), \quad (2.30)$$

Де

$EP_{H,use}$  - питоме енергоспоживання при опаленні, кВт год/м<sup>2</sup>

$EP_{C,use}$  - питоме енергоспоживання при охолодженні, кВт × год/ м<sup>2</sup>

Клас енергетичної ефективності будівель встановлюється відповідно даним, наведеним у таблиці 1, залежно від показника,  $\Delta_{EP}$ , %, який є відсотковою різницею між загальним показником питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні,  $EP_{use}$ , кВт × год/м<sup>2</sup>, [кВт × год/м<sup>3</sup>] та граничним значенням питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні,  $EP_p$ , кВт × год/м<sup>2</sup>, [кВт × год/м<sup>3</sup>], й розраховується за формулою:

$$\Delta_{EP} = \left[ \frac{(EP_{use} - EP_p)}{EP_p} \right] \times 100 = -26.55 \% , \quad (2.31)$$

Де  $EP_{use} = 23.50$  – Загальний показник питомого енергоспоживання при опаленні та охолодженні

Таблиця 2.23 – Таблиця класа енергоефективності

Клас енергетичної ефективності будівлі	Відсоткові показники, $\Delta_{EP}$
A	$\Delta_{EP} < -50$
B	$-50 \leq \Delta_{EP} < -20$
C	$-20 \leq \Delta_{EP} \leq 0$
D	$0 < \Delta_{EP} \leq 20$
E	$20 < \Delta_{EP} \leq 35$
F	$35 < \Delta_{EP} \leq 50$
G	$50 < \Delta_{EP}$

Отже клас енергетичної ефективності будівлі B.

## 2.7 Розрахунок і порівняння енергоспоживання двох варіантів ГВП.

ДНЗ розраховується на 115 осіб. Приймаємо споживання гарячого водопостачання 10 літрів на одну особу.

Під час опалювального сезону ГВП буде забезпечувати котельня. У цілях енергоефективності у неопалювальний період ГВП буде забезпечувати тепловий насос( надалі ТН). Допускаємо, що за 14 годин ТН буде нагрівати потрібний об'єм води у тепловому акумуляторі(надалі ТА)(від 15°C до 60°C). ТН буде використовуватися повітряний працюючий на базовому холодильному циклі парокомпресорної установки.

Розраховуємо об'єм теплового акумулятора, за наступною формулою:

$$V_{\text{та}} = N \cdot \alpha = 115 \times 10 = 1150(\text{л}) \approx 1200(\text{л}) = 1.2(\text{м}^3), \quad (2.32)$$

Де,  $N=115$  — кількість осіб;

$\alpha=10$  (л/осб) — споживання гарячого водопостачання на особу.

Відповідно  $M=1200$  кг

Розраховуємо сумарну теплову енергію затрачену на ГВП, за формулою:

$$Q_{\text{сум}} = M \cdot C_p \cdot \Delta t = 1200 \cdot 4190 \cdot (60 - 15) = 226.26 \text{ МДж}, \quad (2.33)$$

Де,  $C_p$  — питома теплоємність води;

Розраховуємо теплову потужність ГВП, за формулою:

$$Q_{\text{ГВП}} = \frac{Q_{\text{сум}}}{14 \times 3600} = 4489 \text{ Вт}, \quad (2.34)$$

У даному циклі температура конденсації приймається рівною 67°C, а температура випаровування хладогена (ферона 11) буде змінюватися у залежності від зовнішньої температури повітря.

Таблиця 2.24 – Температура випаровування

Температура повітря, °С	Температура випаровування, °С
8-15	2
15-27	10

Усі параметри ТН на основі холодильного циклу на р-і діаграмі. Відповідно до трьох діапазонів температури.

Таким чином при КПД привода компресора  $\eta=0,93$  будуть наступні значення електропотреби ГВП для 2-х визначених діапазонів температури (відповідно до 2-х діапазонів температури приймаємо відповідні коефіцієнти перетворення енергії ТН)

Таблиця 2.25 – Залежність електропотреби та коефіцієнта перетворення енергії, від температури повітря

Температура повітря, °С	Коефіцієнти перетворення енергії ТН	Електропотреба, Вт
8-15	3,537	1364
15-27	4,146	1164

Визначаємо електричну потужність установки, за формулою:

$$N = E \cdot 0.93 \approx 1,3 \text{ кВт}, \quad (2.35)$$

Розрахуємо витрати газу для ГВП під час роботи котельні, за формулою:

$$V_{\Gamma} = \frac{Q_{\text{сум}}}{Q_{\Gamma} \times \eta} = \frac{226,26}{35 \times 10^6 \times 0,9} = 7,18 \frac{\text{м}^3}{\text{доб}}, \quad (2.36)$$

Де,  $Q_{\Gamma}=35000000$  — теплота використовуєма при сгорані газу.

$\eta=0,93$  — КПД котла.

Відповідно розрахуємо енергоспоживання ГВП для кожного місяця.

Таблиця 2.26 – Енергоспоживання ГВП при використанні котельні увесь рік

№	Місяць	Середньомісячні значення температури(°C)	Кількість діб роботи ДНЗ	Витрати газу для ГВП (м <sup>3</sup> )
1	Січень	-4,7	20	143,6
2	Лютий	- 3,8	20	143,6
3	Березень	1,1	22	157,96
4	Квітень	9,6	21	150,78
5	Травень	16,0	20	143,6
6	Червень	19,6	21	150,78
7	Липень	21,6	1	7,18
8	Серпень	20,7	11	78,98
9	Вересень	15,4	22	157,96
10	Жовтень	8,6	23	165,14
11	Листопад	2,2	22	157,96
12	Грудень	-2,5	23	165,14
Споживання газу за весь рік				1623

Таблиця 2.27 – Енергоспоживання ГВП при використанні ТН під час неопалювального сезону

№	Місяць	Температура(°C)	Неопалювальний сезон (діб)	Електроспоживання ГВП (кВт)
1	Січень	- 4,7	0	0
2	Лютий	- 3,8	0	0
3	Березень	1,1	0	0
4	Квітень	9,6	10	13,64
5	Травень	16,0	20	23,28
6	Червень	19,6	21	24,444
7	Липень	21,6	1	1,164

Кінець таблиці 2.27

8	Серпень	20,7	11	12,804
9	Вересень	15,4	22	25,608
10	Жовтень	8,6	13	17,732
11	Листопад	2,2	0	0
12	Грудень	- 2,5	0	0
Споживання електроенергії за весь рік				118,672

Таблиця 2.28 – Енергоспоживання ГВП при використанні котельні під час опалювального сезону.

№	Місяць	Температури(°С)	Опалювальної сезон (діб)	Витрати газу для ГВП (м <sup>3</sup> /доб)
1	Січень	-4,7	20	143,6
2	Лютий	-3,8	20	143,6
3	Березень	1,1	22	157,96
4	Квітень	9,6	11	78,98
5	Травень	16,0	0	0
6	Червень	19,6	0	0
7	Липень	21,6	0	0
8	Серпень	20,7	0	0
9	Вересень	15,4	0	0
10	Жовтень	8,6	10	71,8
11	Листопад	2,2	22	157,96
12	Грудень	-2,5	23	165,14
Споживання газу за весь рік				919

Отже, розрахуємо потужність котельні.

$$P = P_{\text{оп}} + P_{\text{гвп}} = 45 \text{ (кВт)}, \quad (2.37)$$

Де  $P_{\text{оп}}$  – потужність системи опалення;

$P_{\text{гвп}}$  – потужність системи ГВП.

## 2.8 Розрахунок внутрішнього штучного освітлення

Для визначення електроспоживання, та для подальшого вибору систем захисту та кабельних ліній. Визначаємо потужності електроприймачів (надалі ЕП).

Визначемо за спрощеною методикою потужність освітлення всередині ДНЗ. Припустимо, що освітлення буде виконано світлодіодними лампами потужністю 5Вт і світловим потоком 530 Лк. Опираючись на формулу нижче зіставляємо розрахункову таблицю:

$$P = p \cdot S/N \text{ (лк)}, \quad (2.38)$$

Де  $P$  – норма освітленості у приміщенні.

$p$  – удільна норма освітленості на приміщення, обираємо відповідно до ДБН В.2.5-28 «ПРИРОДНЕ І ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ»;

$S$  – площа приміщення;

$N$  – кількість ламп.



Таблиця 2.30 – Освітленість та енергопотреба для штучного освітлення на першому поверсі

№ приміщення	Найменування	Площа (м2)	Розрахунок Освітленості					
			Освітленість відповідно до ДБН (лк)	Світовий потік який необхідно забезпечити (лм)	Світовий потік однієї лампи (лм)	Кількість ламп	Потужність однієї лампи (Вт)	Енергопотреба на освітлення для кімнати (Вт)
101	Тамбур головного входу	6,6	150	990	530	2	5	10
102	Хол-вестибюль	114,41	150	17161,5	530	32	5	160
103	Тамбур входу №1	6,3	150	945	530	2	5	10
104	Коридор	49,95	75	3746,25	530	7	5	35
105	Сходові клітина №1	18,45	100	1845	530	3	5	15
106	Тамбур входу №2	6,3	150	945	530	2	5	10
107	Коридор	30,04	75	2253	530	4	5	20

Продовження таблиці 2.30

108	Сходова клітина №2	18,45	100	1845	530	3	5	15
Груповий осередок №1 для дітей ясельного віку (2-3 роки) на 15 місць								
109	Роздягальня	17,94	200	3588	530	7	5	35
110	Ігрова	54,39	400	21756	530	41	5	205
111	Спальня	44,55	150	6682,5	530	13	5	65
112	Буфетна	4,2	300	1260	530	2	5	10
113	Туалетна	19,56	150	2934	530	6	5	30
Груповий осередок №2 для дітей дошкільного молодшого віку (3-4 роки) на 20 місць								
114	Роздягальня	18,59	200	3718	530	7	5	35
115	Ігрова	54,7	400	21880	530	41	5	205
116	Спальня	45,33	150	6799,5	530	13	5	65
117	Буфетна	4,14	300	1242	530	2	5	10
118	Туалетна	19,44	150	2916	530	6	5	30
Груповий осередок №3 для дітей дошкільного молодшого віку (3-4 роки) на 20 місць								
119	Роздягальня	17,94	200	3588	530	7	5	35

## Продовження таблиці 2.30

120	Ігрова	54,38	400	21752	530	41	5	205
121	Спальня	44,55	150	6682,5	530	13	5	65
122	Буфетна	4,2	300	1260	530	2	5	10
123	Туалетна	19,56	150	2934	530	6	5	30
Медичні приміщення								
124	Приймальня	6,39	200	1278	530	2	5	10
125	Палата ізолятора на 2-а місця	9,48	200	1896	530	4	5	20
126	Медична кімната	16,65	200	3330	530	6	5	30
127	Туалет з місцем приготування дезінфікуючих засобів	4,79	150	718,5	530	1	5	5
Службово побутові приміщення								
128	Кабінет завідуючого	19,05	300	5715	530	11	5	55
129	Методичний кабінет	19,05	300	5715	530	11	5	55

## Продовження таблиці 2.30

130	Кабінет завхоза	7,84	300	2352	530	4	5	20
131	Кабінет логопеда	12,22	300	3666	530	7	5	35
132	Кабінет психолога	6,97	300	2091	530	4	5	20
133	Приміщення охорони	11,73	200	2346	530	4	5	20
Побутові приміщення								
134	Приміщення вбирального інвентарю	5,14	50	257	530	1	5	5
135	Санвузол для МГН	3,4	150	510	530	1	5	5
136	Санвузол	3,21	150	481,5	530	1	5	5
Технічні приміщення								
137	Електрощитова	5,7	50	285	530	1	5	5
138	Вузол введення	5,67	50	283,5	530	1	5	5
Пральня								

Продовження таблиці 2.30

139	Сушильно- гладильна з зоною для чистки білизни	8,16							
			200	1632	530	3	5	15	
140	Пральня	12,14	200	2428	530	5	5	25	
Харчоблок									
141	Завантажувальна	12,73	300	3819	530	7	5	35	
142	Кладова овочів	8,17	200	1634	530	3	5	15	
143	Кладова сухих продуктів	8,12	200	1624	530	3	5	15	
144	Заготувальний цех	12,2	200	2440	530	5	5	25	
145	Кухня	26,65	200	5330	530	10	5	50	
146	Роздавальна	6,06	200	1212	530	2	5	10	
147	Мийна кухонного посуду	9,75	200	1950	530	4	5	20	
148	Тамбур	2	150	300	530	1	5	5	
149	Коридор	12,07	75	905,25	530	2	5	10	

Кінець таблиці 2.30

150	Кімната персоналу	6,02	150	903	530	2	5	10
151	Душова персоналу	1,71	75	128,25	530	1	5	5
152	Санвузол персоналу	2,3	150	345	530	1	5	5

Таблиця 2.31 – Освітленість та енергопотреба для штучного освітлення на другому поверсі

№ приміщення	Найменування	Площа (м <sup>2</sup> )	Розрахунок Освітленості					
			Освітленість відповідно до ДБН (лк)	Світовий потік який необхідно забезпечити (лм)	Світовий потік однієї лампи (лм)	Кількість ламп	Електрична потужність однієї лампи (Вт)	Енергопотреба на освітлення для кімнати (Вт)
Входна група								
201	Хол-вестибюль	89,96	150	13494	530	25	5	125
202	Коридор	32,61	75	2445,75	530	5	5	25

Продовження таблиці 2.31

203	Сходова клітина №1	18,45	100	1845	530	3	5	15
204	Коридор	32,76	75	2457	530	5	5	25
205	Сходова клітина №2	18,45	100	1845	530	3	5	15
Груповий осередок №4 для дітей дошкільного середнього віку (4-5 роки) на 20 місць								
206	Роздягальня	30,14	200	6028	530	11	5	55
207	Ігрова	54,48	400	21792	530	41	5	205
208	Спальня	44,56	150	6684	530	13	5	65
209	Буфетна	4,2	300	1260	530	2	5	10
210	Туалетна	19,56	150	2934	530	6	5	30
Груповий осередок №5 для дітей дошкільного старшого віку (5-6 роки) на 20 місць								
211	Роздягальня	18,47	200	3694	530	7	5	35
212	Ігрова	54,7	400	21880	530	41	5	205
213	Спальня	45,33	150	6799,5	530	13	5	65

Кінець таблиці 2.31

214	Буфетна	4,14	300	1242	530	2	5	10
215	Туалетна	19,44	150	2916	530	6	5	30
Груповий осередок №6 для дітей дошкільного старшого віку (5-6 роки) на 20 місць								
216	Роздягальня	30,15	200	6030	530	11	5	55
217	Ігрова	54,46	400	21784	530	41	5	205
218	Спальня	44,55	150	6682,5	530	13	5	65
219	Буфетна	4,2	300	1260	530	2	5	10
220	Туалетна	19,56	150	2934	530	6	5	30
Приміщення для музичних та фізкультурних занять								
221	Універсальний зал	145,32	200	29064	530	55	5	275
222	Кладова універсального залу	2,54	200	508	530	1	5	5
Побутові приміщення								
223	Санвузол жіночий	3,21	150	481,5	530	1	5	5
224	Санвузол чоловічий	3,21	150	481,5	530	1	5	5
225	Підсобка	5,88	50	294	530	1	5	5
Харчоблок								
226	Раздаточна	2,72	200	544	530	1	5	5



## 2.9 Розрахунок навантажень та струмів

Розрахункове навантаження групи однорідних по режиму роботи приймачів розраховуємо за формулою:

$$P_p = K_{\Pi} \cdot P_{\text{НОМ}}, \quad (2.39)$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg}\varphi, \quad (2.40)$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \quad (2.50)$$

Розрахункову потужність вузла системи електропостачання, включаючи в себе ЕП із різними режимами роботи, визначають приймаючи до уваги рівномірність максимумів навантаження.

$$S_p = \sqrt{(\sum_1^i P_{p,i})^2 + (\sum_1^i Q_{p,i})^2} \cdot K_{p,m}, \quad (2.51)$$

Де,  $K_{p,m}$  – коефіцієнт різночасності максимумів, приймаємо 0,9.

Розрахункове значення току, розраховуємо за формулою:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_H}, \quad (2.52)$$

Пусковий струм розраховуємо за формулою:

$$I_{\Pi} = I_p \cdot K_{\Pi}, \quad (2.53)$$

Відповідно до формул наведених вище зіставляємо розрахункову таблицю.  
Розраховуємо струм 3ф кз

$$I_{\text{кз}}^3 = \frac{U_H}{\sqrt{3} \cdot Z}, \quad (2.54)$$

Таблиця 2.32 – Навантаження, струми та коефіцієнти на 1 кабелі

Тип ЕП	Кількість ЕП	Номінальна потужність	$\cos(\phi)$	$\text{tg}(\phi)$	Коефіцієнт попиту	Максимальна нагрузка				Розрахунковий струм	К К Д	Каратність іп	Номінальний струм	Нийбільший приймник	Пусковий струм	Коефіцієнт одночасності				
	n	$P_n$				$P_p$	$Q_p$	$S_p$	$\sum S_p$								$I_p$	$I_n$	$i_{п, \max}$	$I_{пик}$
	штук	кВт				к Вт	кВ Ар	кВ А	кВ А								А	А	А	А
Котельня	1	1	0,8	0,45	1	1	0,45	1	1,94	2,18	0,7	7	1,6	11,2	11,2	12	1			
ЗО	28	0,05	0,98	0,04	0,7	0,88	0,04	0,88			1	1			1,3			1,3		

Таблиця 2.33 – Навантаження, струми та коефіцієнти на 2 кабелі

Тип ЕП	ЕП	по ту жн іст ь	cos( $\phi$ )	tg( $\phi$ )	поп иту	Максимальна навантаження				Розра хунко вий струм	ККД	Кра тніс ть пус ков ого стр уму	Номі наль ний стру м кожн ого спжи вача	Нійбі льши й прийо мник і	Пусковий струм		Коеф іцієн т одно часн ості
						$P_p$	$Q_p$	$S_p$	$\sum S_p$						$I_p$	$\eta$	
	шту к	кВ т	Кп	кВт	кВ Ар	кВ А	кВА	А	А	А	А	А	$K_{од}$				
Тепловий насос	1	1,1	0,9	0,2	0,6	0,7	0,1	0,7	26,9	38,9	1,0	1,0	1,0	33,5	1	80,9	0,15

Кінець таблиці 2.33

Освітлення	686	0,0	1,0	0,0	0,7	2,4	0,1	2,4			1,0	1,0	3,5		3		
Посудомийня	1	5,5	0,9	0,3	0,8	4,4	1,4	4,6			0,5	5,0	6,7		33,5		
Пральна машина	5	0,8	0,8	0,5	0,8	3,2	1,4	3,5			0,5	4,0	5,1		20,4		
Сушилки	5	0,1	1,0	0,0	0,8	0,5	0,0	0,5			1,0	1,0	0,7		0,7		
комп'ютери	9	0,1	0,7	0,9	0,6	0,8	0,7	1,0			1,0	1,0	1,5		1,5		
Телевізор	12	0,1	0,7	0,9	0,5	0,3	0,3	0,4			1,0	1,0	0,6		0,6		
кондиціонери	15	1,0	0,8	0,6	0,7	10,5	6,1	12,2			1,0	1,0	17,6		17,6		
холодильник	1	0,4	0,7	0,9	0,8	0,4	0,3	0,5			1,0	3,0	0,7		2,1		
Розетки	70	0,1	0,8	0,5	1,0	4,9	2,2	5,4			1,0	1,0	7,8		7,8		

## 2.10 Розрахунок кабельних ліній і систем захисту

Відповідно до ПУЕ(Таблиця 1,3,15) з алюмінієвими жилами та ізоляцією із зшитого поліетилену. Приймаємо до уваги кабеля АПвБбШп-4х2,5 мм<sup>2</sup> --- 1 кабель; АПвБбШп-4х10 мм<sup>2</sup> –2 кабель

Перевіряємо кабель по напрузі:

$$U \geq U_{ном} , \quad (2.55)$$

Знаходимо розрахунково тривало допустимий струм для ділянки КЛ, що проходить в землі з урахування поправочних коефіцієнтів.

$$I_{дл.доп(літо)} = I_{доп} \cdot k_{1(літо)} \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 , \quad (2.56)$$

$$I_{дл.доп(зима)} = I_{доп} \cdot k_{1(зима)} \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 , \quad (2.57)$$

Де,  $k_{1(літо)} = 0,92$  --- коригувальний коефіцієнт для температури ґрунту 25°C (Таблиця 1.3.27 ПУЕ). Згідно СОУ\_Н МПЕ 40.1.20.509:2005 (Таблиця 6) значення сезонної розрахункової температури ґрунту для Дніпропетровської обл. складає 25°C в літній сезон.

$k_{1(зима)} = 1,04$  --- коригувальний коефіцієнт для температури ґрунту 25°C (Таблиця 1.3.27 ПУЕ). Згідно СОУ\_Н МПЕ 40.1.20.509:2005 (Таблиця 6) значення сезонної розрахункової температури ґрунту для Дніпропетровської обл. складає 10°C в осінньо-зимовий сезон.

$k_2 = 0,99$  ---- коригувальний коефіцієнт для глибини укладки 1 м , для кабелів, прокладених у трубах. Відповідно до СОУ\_Н МПЕ 40.1.20.509:2005 (Таблиця 8.14).

$k_3 = 1$  ---- коригувальний коефіцієнт для питомого теплового опору ґрунту 1,2 К\*м/Вт. Приймаємо що ґрунт піщано-глинистий вологістю 12-14% та піщано-цементна суміш. Вологість та тепловий опір ґрунту обираємо згідно до ПУЕ (Таблиця 1.3.26)

$k_4 = 0,92$  ---- коригувальний коефіцієнт на кількість кабелів, які лежать поряд у землі (у трубах або без них ). Приймаємо що будуть лежать 2 КЛ на відстані одна від одної 200мм. Тоді коефіцієнт приймаємо згідно з ПУЕ (Таблиця 1.3.28).

$k_5 = 0,918$  ---- коригувальний коефіцієнт. Приймаємо що кабель у місцях де є можливе передавлення кабелю (проїзна частина, кабельний ввід до будівлі, місця де виконання ремонту буду являтися проблематичними, неможливим) буде лежати у поліетиленовій гладко стінній трубі. Приймаємо коефіцієнт відповідно до СОУ\_Н МПЕ 40.1.20.509 (Таблиця 8.12).

$k_6 = 0,93$  ---- коригувальний коефіцієнт для чтирьохжильних кабелів з жилами однакового перерізу. Відповідно до ПУЕ(Таблиця 1,3,15).

Відповідно :

$$I_{\text{доп}} > I_p, \quad (2.58)$$

Перевіряємо кабель на післяаварійний режим, за формулою:

$$I_{\text{дл. доп. ав}} = I_{\text{доп(літо)}} \times 1,77, \quad (2.89)$$

Перевіряємо кабель за термічною стійкістю.

Для тривалості короткого замикання, що відрізняється від 1 секунди, значення допустимого струму короткого замикання необхідно помножити на поправочний коефіцієнт:

$$k_n = \frac{1}{\sqrt{t_{\text{ср}}}} = 5,77, \quad (2.90)$$

Де,  $t_{\text{ср}}$ — Приймаємо що час відключення струмів КЗ 0,03с.

При тривалості короткого замикання 0,03 с. допустимий струм КЗ по кабелю складе:

$$I_{\text{кз к}} = I_{\text{доп.кз}} \cdot k_n, \quad (2.91)$$

Перевіряємо кабель за втратою напруги.

Відхилення напруги у споживачів не повинно перевищувати 5%, отже:

$$\Delta U = \frac{P_{\text{макс}} \cdot z}{U_{\text{ном}}}, \quad (2.92)$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\%, \quad (2.93)$$

Зводимо розрахункові таблиці:

Таблиця 2.35 – Розрахунок 1 кабельної лінії

Розрахунок			
Кабель	АПВББШп-4х2,5мм <sup>2</sup>		Вибираєм временно (таблица ПУЕ)
Переріз	2,5	мм <sup>2</sup>	
Допустимий струм відповідно до таблиці	32	А	
Тривало допустимий струм. У ЗЕМЛІ			
Літо	I <sub>доп(літо)</sub>	22,89	А
Зима	I <sub>доп(зима)</sub>	25,88	А
Перевіряємо по напрузі			
400	<	1000	В
Характеристики кабелю			
Питомий опір алюмінію	ρ	0,028	Ом·мм <sup>2</sup> /м
Активний опір	r	0,0112	Ом/м

Кінець таблтці 2.35

Реактивний опір	x	0,000116	Ом/м
Повний опір	z	0,011200601	Ом/м
Довжина лінії	l	100	м
Опір КЛ	Z	1,12006007	Ом
Допустимий односекундний струм КЗ	$I_{\text{доп.кз}}$	0,18	кА
Для післяаварійного режиму			
Струм в післяаварійному режимі (А)		<	Допустимий струм (А)
$I_{\text{п.ав}}$	2,808740874	<	29,76
Перевіряємо кабель на термічну стійкість			
Час спрацювання захисту	t	0,03	с
Поправочний коефіцієнт	$k_n$	5,773502692	
Стркм 3ф КЗ	$I_{\text{кз}}$	0,206429886	кА
При тривалості КЗ 0,03 с струм КЗ по кабелю складе	$I_{\text{кз к}}$	1,039230485	кА
$I_{\text{кз}}^3$	<	$I_{\text{кз к}}$	Умова виконується
0,206429886	<	1,039230485	
Допустима напруга відхилення			
$\Delta U_n$	5,27	В	Допустиме відхилення 5%
$\Delta U_n\%$	1,32	%	



Таблиця 2.36 – Розрахунок 2 кабельної лінії

Розрахунок			
Кабель	АПвББШп-4х10 мм <sup>2</sup>		Вибираємо временно (таблиця ПУЕ)
Переріз	10	мм <sup>2</sup>	
Допустимий струм відповідно до таблиці	67	А	
Тривало допустимий струм. У ЗЕМЛІ			
Літо	І <sub>доп(літо)</sub>	47,93	А
Зима	І <sub>доп(зима)</sub>	54,18	А
Перевіряємо по напрузі			
400	<	1000	В
Характеристики кабелю			
Питомий опір алюмінію	$\rho$	0,028	Ом·мм <sup>2</sup> /м
Активний опір	r	0,0028	Ом/м
Реактивний опір	x	0,000099	Ом/м
Повний опір	z	0,00280175	Ом/м
Довжина лінії	l	100	м
Опір КЛ	Z	0,280174963	Ом
Допустимий односекундний струм КЗ	І <sub>доп.кз</sub>	0,87	кА
Для післяаварійного режиму			
Струм в післяаварійному режимі (А)		<	Допустимий струм (А)
І <sub>п.ав</sub>	38,87398	<	62,31
Перевіряємо кабель на термічну стійкість			

Кінець таблиці 2.36

Час спрацювання захисту	$t$	0,03	с
Поправочний коефіцієнт	$k_n$	5,773502692	
Струм 3ф КЗ	$I_{кз}^3$	0,82524816	кА
При тривалості КЗ 0,03 с струм КЗ по кабелю складе	$I_{кз к}$	5,022947342	кА
$I_{кз}^3$	<	$I_{кз к}$	Умова виконується
0,82524816	<	5,022947342	
Допустима напруга відхилення			
$\Delta U_n$	3,43	В	Допусиме відхилення 5%
$\Delta U_n\%$	0,86	%	

Обираємо системи захисту КЛ.

Обираємо і перевіряємо наступні автомати.

1 кабель – автомат Eaton PL7-B20/3N 3р+N В 20А;

2 кабель – автомат Eaton PL7-B40/3N 3р+N В 40А.

Таблиця 2.37 – Перевірка автоматів

Автомат				
Перевірка за напругою				
1 кабель	400	<	1000	В
2 кабель	400	<	1000	В
Перевірка за струмом номінальним				
1 кабель	2,81	<	20	А
2 кабель	38,87	<	63	А
Перевірка за струмом КЗ				
1 кабель	0,206429886	<	10	кА
2 кабель	5,773502692	<	10	кА
Перевірка за пусковим струмом				
1 кабель	12,50	<	60	А
2 кабель	80,90	<	189	А

Отже, автомати проходять умови перевірки.

Для бачення видимого розриву цепі при виводі кабелю у ремонт, та для нечастих комутацій ставимо:

1 кабель – ІЕК МР10-4-040 ВРТ-63 4Р 40А;

2 кабель – QS5-100Р/4 4Р 100А І-0-ІІ (перекидної), АСКО-УКРЕМ.

Таблиця 2.38 – Перевірка рубильників

Рубильник				
Перевірка за напругою				
1 кабель	400	<	1000	В
2 кабель	400	<	1000	В
Перевірка за струмом номінальним				
1 кабель	2,81	<	40	А
2 кабель	38,87	<	100	А

Кінець таблиці 2.38

Перевірка за струмом КЗ				
1кабель	0,206429886	<	24	кА
2кабель	5,773502692	<	24	кА
Перевірка за пусковим струмом				
1кабель	12,50	<	40	А
2кабель	80,90	<	100	А

Отже, перевірку проходять обираємо ці рубильники.

Обираємо ПН.

Таблиця 2.39 – перевірка предохранителів

ПН				
Перевірка за напругою				
1кабель	400	<	1000	В
2кабель	400	<	1000	В
Перевірка за струмом номінальним				
1кабель	2,81	<	160	А
2кабель	38,87	<	120	А
Перевірка за пусковим струмом				
1кабель	12,50	<	160	А
2кабель	80,90	<	120	А
Селективність				
1кабель	60	<	100	А
2кабель	189	<	200	А

### **3 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА**

### 3.1 Техніко-економічне обґрунтування

Велику частину річних витрат на експлуатацію ДНЗ займають комунальні послуги. Також останім часом вартість комунальних послуг збільшується із кожним роком. Тому актуально вводити заходи, що до зменшення річних витрат на комунальні послуги. Гаряче водопостачання є однією із основних статей комунальних послуг, тому доцільно впровадити заходи, які зменшать річні експлуатаційні витрати, а також докажуть свою економічну ефективність.

Сутність запропонованого методу ґрунтується на різниці вартості 1кВт електроенергії та 1м<sup>3</sup> газу. Під час опалювального періоду газова модульна котельня буде опалювати будівлю, а також поставляти гарячу воду, а у неопалювальний період гарячу воду буде поставляти тепловий насос. Тепловий насос буде автоматизованим, тобто не потрібно буде тримати обслуговуючий персонал у неопалювальний період.

Очікується що тепловий насос значно знизить річні витрати на експлуатацію гарячого водопостачання. За рахунок витрат на обслуговуючий персонал та витрат на енергоспоживання, так як тепловий насос буде працювати на електроенергії то планується значне скорочення витрат на ГВП.

Для того щоб обґрунтувати техніко-економічну доцільність запропонованих заходів, розрахуємо річні витрати на експлуатацію при використанні котельні увесь рік, та розрахуємо річні експлуатаційні витрати при використанні котельні під час опалювального сезону та теплового насосу під час неопалювального періоду. Для того щоб обґрунтувати економічну ефективність заходів, порівняємо річні експлуатаційні витрати кожного із запропонованих варіантів гарячого водопостачання, та відповідно до розрахункових формул доведемо економічну ефективність запровадженого заходу.

### 3.2 Розрахунок капітальних витрат

Електрична потужність теплового насосу настільки мала, що струми не і навантаження на другу кабельну лінію майже не змінюється. Що означає що не передбачаються значні додаткові капіталовкладення у системи електропостачання.

Розрахуємо вартості придбання обладнання

Таблиця 3.1 – Вартість придбання обладнання при використанні котельні та теплового насосу

Вартість придбання електрообладнання				
Обладнання	Ціна за одиницю	Кількість обладнання	Ціна	Загальна вартість обладнання
	грн	штук	грн	грн
ТН	6 000,00	1	6 000,00	186 226,00
Акумулятор тепла	20 113,00	2	40 226,00	
Котельня	140 000,00	1	140 000,00	

Таблиця 3.2 – Вартість придбання обладнання при використанні котельні увесь рік

Вартість придбання електрообладнання				
Обладнання	Ціна за одиницю	Кількість обладнання	Ціна	Загальна вартість обладнання
	грн	штук	грн	грн
Котельня	140 000,00	1	140 000,00	140 000,00

Вартість транспортно-заготівельних та складських витрат, ошвучила компанія у якій буде виконуватися закупка відповідного облпднення і вона складає:

Для Котельні із ТН

$$K_{\text{тр}(к+тн)} = 13\,035,75, \text{ грн} \quad (3.1)$$

Для Котельні

$$K_{\text{тр}(к)} = 9\,800,00, \text{ грн} \quad (3.2)$$

Витрати на монтажні та налагоджувальні роботи визначаємо наступним чином:

Для Котельні із ТН

$$K_{\text{мн}(к+тн)} = \sum(C_i \cdot a_i \cdot t_i) \cdot K_d \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{пр}} = 19\,324,00, \text{ грн} \quad (3.3)$$

Де  $C_i = 5$  – Чисельність працівників і-го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), чел;

$a_i = 80$  – година тарифна ставка працівника і-го розряду, грн;

$t_i = 20$  – Час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних та налагоджувальних робіт, год;

$K_d = 1,08$  Коефіцієнт, що враховує розмір доплат у всіх розрахунках приймаємо рівним 8%;

$K_{\text{см}} = 1,22$  – Коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок 22%;

$K_{\text{пр}} = 1,1$  – Коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт, приймаємо рівним 10%.

Для Котельні

$$K_{\text{мн}(к+тн)} = \sum(C_i \cdot a_i \cdot t_i) \cdot K_d \cdot K_{\text{см}} \cdot K_{\text{пр}} = 8\,696,00, \text{ грн} \quad (3.4)$$



Де  $Ч_i = 5$  – Чисельність працівників  $i$ -го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), чел;

$a_i = 80$  – година тарифна ставка працівника  $i$ -го розряду, грн;

$t_i = 15$  – Час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних та налагоджувальних робіт, год;

$K_d = 1,08$  Коефіцієнт, що враховує розмір доплат у всіх розрахунках приймаємо рівним 8%;

$K_{см} = 1,22$  – Коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок 22%;

$K_{пр} = 1,1$  – Коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт, приймаємо рівним 10%.

Інші одноразові вкаладення грошей на проведення проектно-конструкторських робіт та придбання готового програмного забезпечення приймаємо рівними 10% від вартості обладнання.

Для Котельні із ТН

$$K_{пр(к+тн)} = 0,1 \cdot 186\,226 = 18\,622,75, \text{ грн} \quad (3.5)$$

Для Котельні

$$K_{пр(к)} = 0,1 \cdot 140\,000 = 14\,000,00, \text{ грн} \quad (3.6)$$

Визначаємо капітальні витрати:

Для Котельні із ТН

$$K_{(к+тн)} = K_{об(к+тн)} + K_{тр(к+тн)} + K_{мн(к+тн)} + K_{пр(к+тн)} = 237\,209,20, \text{ грн} \quad (3.4)$$

Для Котельні

$$K_{(к)} = K_{об(к)} + K_{тр(к)} + K_{мн(к)} + K_{пр(к)} = 172\,496,25, \text{ грн} \quad (3.5)$$

### 3.3 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизація об'єкта основних засобів нараховується виходячи з терміну його корисного використання. Строк корисного використання (експлуатації) об'єктів основних засобів і нематеріальних активів визначається підприємством самостійно, виходячи з очікуваних економічних вигод, технічних і якісних характеристик основного засобу, морального і фізичного зносу, а також інших факторів, які можуть вплинути на можливість використання. Термін корисного використання об'єктів основних засобів для нарахування амортизації, який приймається дипломником, не може бути менше мінімально допустимих термінів корисного використання, а саме для споруд 15 років.

Для котельні із ТН

$$\Phi_{а(к+тн)} = \Phi_{п(к+тн)} - L_{(к+тн)} = 237\,209,25 - 0 = 237\,209,25, \text{ грн} \quad (3.6)$$

Де,  $\Phi_{п}$  – первісна вартість об'єкта основних засобів;

Для котельні

$$\Phi_{а(к)} = \Phi_{п(к)} - L_{(к)} = 172\,496,25 - 0 = 172\,496,25, \text{ грн} \quad (3.7)$$

Норма амортизації при прямолінійному методі постійна протягом усього амортизаційного періоду і дорівнює:

Для котельні із ТН

$$Na_{(к+тн)} = \frac{\Phi_{п(к+тн)} - L_{(к+тн)}}{\Phi_{п(к+тн)} \cdot T_{п(к+тн)}} \cdot 100 = 20, \% \quad (3.8)$$

Де  $T_{п(к+тн)} = 15$  – мінімальний строк експлуатації обладнання.

Для котельні

$$Na_{(k)} = \frac{\Phi_{п(k)} - L_{(k)}}{\Phi_{п(k)} \cdot T_{п(k)}} \cdot 100 = 20, \% \quad (3.9)$$

Де  $T_{п} = 15$  – мінімальний строк експлуатації обладнання.

Річні амортизаційні відрахування:

Для котельні із ТН

$$C_{a(k+тн)} = \frac{\Phi_{п(k+тн)} \cdot Na_{(k+тн)}}{100} = 15\,814,00 \text{ , грн} \quad (3.10)$$

Для котельні

$$C_{a(k)} = \frac{\Phi_{п(k)} \cdot Na_{(k)}}{100} = 11\,499,75 \text{ , грн} \quad (3.11)$$

### 3.4 Розрахунок річного фонду заробітної плати

Розрахунок річного фонду заробітної платні обслуговуючого персоналу. Витрати на оплату праці персоналу, що задіяний в експлуатації обладнання містять в собі витрати на основну заробітну платню (за відпрацьований час), на додаткову зарплату (наприклад, оплата чергових відпусток) у розмірі 10% від основної заробітної платні.

$$\text{ФРВ} = (D_k - D_{пр} - D_{вих}) \cdot T_{зм}, \quad (3.12)$$

Де,  $D_k, D_{пр}, D_{вих}$  - кількість календарних, святкових і вихідних днів в році відповідно;

$T_{зм} = 9$  (годин) - тривалість зміни .

Для працівників, що будинкову мережу оплата праці здійснюється за погодинно-преміальною формою оплати. Окрім основної передбачається додаткова заробітна плата у розмірі 10% від основної

Заробітна плата за тарифом:

$$C_z = K_{\text{тар}} \cdot \tau_{\text{час}} \cdot \text{ФРВ} \cdot N_p, \quad (3.13)$$

Де,  $K_{\text{тар}}$  – тарифний коефіцієнт, який враховує розряд робітника;

$\tau_{\text{час}}$  – годинна тарифна ставка робітника, грн/год. Для розрахунків у кваліфікаційній роботі використовуємо середньогодинну тарифну ставку для електрослюсаря 4-го розряду, яка, згідно колективного договору, становить 80 грн/год;

ФРВ – фонд робочого часу робітника за рік, ч;

$N_p$  – кількість робітників, що зайняті обслуговуванням, осіб

Розрахуємо ФРВ для котельні працюючого в опалювальний період та для ТН працюючого у неопалювальний період. Слід зазначити, що ТН автономний і не потребує обслуговуючого персоналу.

Таблиця 3.3 – Заробітна плата за тарифом при використанні котельні та ТН

По ра рок у	Найменування професій робітників	Явочний штат на добу, осіб	Обліковий склад осіб	Грн /год	Фонд робочого часу	ЗП за тарифом, грн	Додаткова заробітна плата, грн	Всього, основна зарплата, грн
Зима	Електрослюсар 4-го розряду	3	1	80	3072	245760,00	22 118,40	267 879
Літо	Електрослюсар 4-го розряду	0	0	0	882	0	0	

Таблиця 3.3 – Заробітна плата за тарифом при використанні котельні.

По ра ро ку	Найменування професій робітників	Яво чни й шта т на доб у, осі б	Об лік ов ий ск ла д осі б	Год инн а тар ифн а ста вка, грн	Номі наль ний річн ий фонд робо чого часу	Всього,пр яма ЗП за тарифом, грн	Додатко ва ЗП грн	Всього, основна ЗП, грн
Зи ма	Електрослюсар 4- го розряду	3	1	80	3072	737280,00	66355,20	880 545,75
Лі то	Електрослюсар 4- го розряду	1	1	80	882	70560,00	6350,40	

### 3.5 Розрахунок відрахувань на соціальні заходи

Відрахування на єдиний соціальний внесок визначаємо за ставкою 22 % від суми усіх виплат (основних та додаткових)

Для котельні із ТН

$$C_{c(k+тн)} = C_{з(k+тн)} \cdot 0,22 = 58\,933,25, \text{ грн}, \quad (3.14)$$

Для котельні

$$C_{c(k)} = C_{з(k)} \cdot 0,22 = 193\,720,10, \text{ грн}, \quad (3.15)$$

### 3.6 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання, оінюється на рівні 1% від капіталовкладень.

Для котельні із ТН

$$C_{T(K+TH)} = 0,01K_{(K+TH)} = 2\,372,10, \text{ грн}, \quad (3.16)$$

Для котельні

$$C_{T(K)} = 0,01K_{(K)} = 1725,00, \text{ грн}, \quad (3.16)$$

### 3.7 Розрахунок вартості спожитої електроенергії.

Вартість енергії, споживаної об'єктом проектування протягом року:

Для котельні із ТН

$$C_{e(K+TH)} = W_{p(G)} \cdot C_G + W_{p(TH)} \cdot C_{TH} = 919 \cdot 8 + 118,672 \cdot 1,68 = 7\,551,70, \text{ грн} \quad (3.17)$$

Де  $W_{p(G)} = 919, (\text{м}^3)$  – Кількість кубометрів газу спожитих за рік. на гВП;

$C_G = 8, (\text{грн}/\text{м}^3)$  – Ціна одного кубометру газу;

$W_{p(TH)} = 118,672, (\text{кВт})$  – Кількість електроенергії спожитої за рік. на гВП;

$C_{(TH)} = 1,68, (\text{грн}/\text{кВт})$  – Ціна одного кВт.

Для котельні

$$C_{e(K+TH)} = W_{p(K)} \cdot C_G = 1623 \cdot 8 = 14\,604,20, \text{ грн} \quad (3.18)$$

Де  $W_{p(k)} = 1623, (m^3)$  – Річні витрати газу при використанні котельні увесь рік.

### 3.8 Визначення інших витрат.

Інші витрати по експлуатації об'єкта проектування включають витрати з охорони праці, на спецодяг та ін. Згідно з практикою, ці витрати визначаються у розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу

Для котельні із ТН

$$C_{\text{пр}(k+\text{тн})} = 0,04 \cdot C_{\text{з}(k+\text{тн})} = 10\,715,20, \text{ грн} \quad (3.19)$$

Для котельні

$$C_{\text{пр}(k)} = 0,04 \cdot C_{\text{з}(k)} = 35\,221,80, \text{ грн} \quad (3.20)$$

### 3.9 Визначення річної економії від впровадження науково-технічного рішення

Річні експлуатаційні витрати

Для котельні із ТН

$$C_{(k+\text{тн})} = \sum C_{(k+\text{тн})} = 363264,60, \text{ грн}, \quad (3.21)$$

Для котельні

$$C_{(k)} = \sum C_{(k)} = 1\,137\,316,30, \text{ грн}, \quad (3.22)$$

Річний економічний ефект за умови застосування ТН становитиме:

$$E_{\text{річна}}^{\text{повна}} = \Delta\Pi + C_e - C_a = 190\,524,80 \text{ грн}, \quad (3.22)$$

Проводимо перевірку на економічну ефективність.

$$\frac{K}{E_{\text{повна}}^{\text{річна}}} = 0,3 < 15 \quad (3.12)$$

Де K – капіталовкладення.

Таблиця 3.4 –Технікоекономічні показники при використанні котельні та ТН

Найменування показника	Одиниці вимірювання	Значення
Капітальні витрати	грн	237 209,30
Експлуатаційні витрати	грн	363 264,60
Амортизаційні відрахування	грн	15 814,00
Заробітна плата обслуговуючого персоналу	грн	267 878,40
Відрахування на єдиний соціальний внесок	грн	58 933,25
Технічне обслуговування та поточний ремонт	грн	2 372,10





## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ**

#### **4.1 Охорона праці. Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів в ДНЗ.**

ДНЗ підпадає під наступні шкідливі виробничі фактори:

- фізичні: машини, механізми, шум, вібрація, радіація, запиленість, випромінювання.
- хімічні: подразнюючі, загально токсичні,
- біологічні: діяння впливу мікробів, мікроорганізмів, біохімічні, фізіологічні, генетичні
- психофізіологічні: викликають психічні перевантаження, розумове та емоційне перенапруження, нервово-психічні травми .

Заходи: організаційні, технічні, сан.-виробничі, медико-профілакт., соц. страх. від НВ.

#### **4.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці**

Інженерно-технічні заходи передбачають впровадження колективних заходів забезпечення сприятливих мікрокліматичних та зорових умов праці на робочих місцях, заходи захисту від впливу шкідливих речовин у повітрі робочої зони, від шуму, ультразвуку, вібрації, електромагнітного випромінювання, іонізуючого випромінювання, а також заходи попередження ураження електричним струмом, виникнення пожеж та аварій під час експлуатації технологічного устаткування.

З виявлених в ході аналізу умов праці на робочому місці небезпечних та шкідливих факторів виділяються один найбільш несприятливий, щодо якого розробляються детальні заходи з охорони праці. Заходи, які забезпечують здоров'я працівника і безпеку умов праці на робочому місці передбачають наступне:

##### **1 Нормалізація повітря робочої зони**

Здійснюються заходи щодо приведення параметрів мікроклімату у відповідність до нормативних значень та забезпечення чистоти повітря робочої зони. З цією метою необхідно використовувати можливості вдосконалення

технологічних процесів та їх апаратного оформлення, а також вибору схем виробництва, сировини, палива, транспорту з метою зниження тепловиділення і зведення до мінімуму надходження шкідливих речовин у повітря робочої зони.

За недостатності технологічних заходів для нормалізації повітря робочої зони слід використовувати спеціальні методи і засоби такі як, вентиляція, опалення, кондиціонування повітря, засоби індивідуального захисту, екранна ізоляція теплових агрегатів тощо. В гарячих цехах потрібно передбачити особливий питний режим, кімнати відпочинку та повітряні оазиси. Підбираються засоби контролю мікроклімату та чистоти повітря робочої зони.

## 2 Виробниче освітлення

Під час проектування або реконструкції виробничих приміщень (підрозділів) здійснюються заходи щодо встановлення окремих видів і систем освітлення (відповідно до ДБН В.2.5-28-2006). Для систем електричного освітлення підбираються типи ламп, освітлювачів (вказується використання останніх), напруга освітлювальної мережі, джерела живлення

Згідно галузевим нормам передбачається аварійне та ремонтне освітлення (називаються типи ламп, освітлювачів, їх виконання, номінальна напруга).

## 3 Захист від виробничого шуму та вібрацій

В проектах повинен бути розроблений комплекс заходів застереження, зниження та захисту від шуму й вібрацій. За необхідності передбачаються засоби індивідуального захисту, погоджується режим праці та відпочинку працюючих, а також засоби контролю параметрів шуму й вібрацій

## 4 Захист від електромагнітних полів і лазерних випромінювань

В залежності від характеристики джерел електромагнітних і лазерних випромінювань обираються і розроблюються заходи захисту персоналу (захист часом, відстанню, екранами, засобами індивідуального захисту). Виконується оцінка прийнятих заходів і вказуються засоби контролю ЕМВ і ЛВ

## 5 Захист від іонізуючих випромінювань

З урахуванням виду і характеристики випромінювань розробляються заходи захисту персоналу. Оцінюються прийняті заходи і підбираються засоби контролю іонізуючих випромінювань

#### 6 Електробезпека

Безпека експлуатації електрообладнання досягається системою організаційних і технічних засобів і заходів, що забезпечують безпеку за нормального та аварійного режиму роботи електроустановок

Вказати та описати заходи захисту під час роботи на електроустановках. Необхідно вказати величину, прилад і періодичність контролю опору робочої ізоляції, захисного заземлення (петлі "фаза-нуль"), передбачити заходи попередження електризації речовин і накопичення зарядів статичної електрики, а також прилади контролю параметрів статичної електрики

#### 7 Ергономіка, технічна естетика та організація робочого місця

Студентам, що розробляють теоретичні дипломні роботи, слід відобразити ергономічні вимоги до робіт, що виконувались в кабінетах дипломного проектування, в лабораторії, на ЕОМ або на дослідних установках. В розділі необхідно проаналізувати гігієну розумової праці і передбачити заходи, що попереджують нервові захворювання і підвищують працездатність персоналу, зайнятого розумовою працею.

### **4.3 Заходи з пожежної безпеки**

Територію дошкільного навчального закладу слід постійно утримувати у чистоті. Проїзди та під'їзди до будівель, а також доступи до пожежного інвентарю та обладнання мають бути завжди вільними. Протипожежні розриви між будівлями не повинні використовуватися для зберігання матеріалів і обладнання, а також для стоянки автотранспорту. На території дошкільного навчального закладу не дозволяється розкладати багаття, спалювати сміття. . Забороняється куріння в приміщеннях та на території дошкільного навчального закладу. Утримання будівель, приміщень та споруд. Усі будівлі, приміщення та споруди дошкільного навчального закладу слід постійно утримувати в чистоті. На вхідних дверях будівель та приміщень виробничого і складського призначення має бути

зазначено категорію щодо вибухопожежної та пожежної небезпеки, а також клас зони за Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ). У кожному приміщенні повинна бути вивішена табличка, на якій вказано прізвище відповідального за пожежну безпеку, номер телефону пожежної частини, а також розміщена інструкція з пожежної безпеки. протипожежні системи, установки, устаткування приміщень, будівель та споруд мають постійно утримуватися у справному робочому стані та не вимикатися.

Розміщення меблів і обладнання у приміщеннях не повинно перешкоджати евакуації людей і підходу до засобів пожежогасіння. Скачайте та роздрукуйте плакат «Загальні правила гасіння пожежі» У коридорах, холах, на сходових клітках і дверях евакуаційних виходів мають бути наказові та вказівні знаки безпеки. Евакуаційні проходи, виходи, коридори, тамбури, сходи не повинні захащуватися будь-якими предметами і обладнанням. Не дозволяється встановлювати будь-які предмети та обладнання, що звужують ширину евакуаційних проходів, виходів. У період перебування учасників освітнього процесу в будівлях двері евакуаційних виходів дозволяється замикати лише зсередини за допомогою запорів (засувів, крючків тощо), які легко (без ключів) відмикаються. У приміщеннях, які використовують для роботи з дітьми, килими, паласи, килимові доріжки тощо повинні бути щільно прикріплені до підлоги. Штучні килимові покриття, які не виділяють при горінні токсичних речовин та мають помірну димостворювальну здатність, у фойє, музичній залі тощо дозволяється розстелити за умови наклеювання їх на незаймисту основу. Будівлі дошкільного навчального закладу повинні бути обладнані засобами оповіщення людей про пожежу. У горищних приміщеннях не дозволяється: сушити білизну; влаштовувати склади (окрім зберігання віконних рам) тощо; застосовувати торф, стружку, тирсу та інші горючі матеріали для утеплення перекриттів; прикріплювати до димоходів радіо- і телевізійні антени. Двері, люки горищ і технічних приміщень мають бути постійно замкнені. На дверях слід вказувати місце зберігання ключів, доступне для отримання їх в будь-який час доби. На дверях (люках) горищ і технічних приміщень мають бути написи, що визначають

призначення приміщення. Зовнішні пожежні сходи, сходи-драбини і загорожі на дахах будівель слід утримувати справними. Дахові вікна горищ мають бути засклені і зачинені. Як уникнути штрафів за порушення вимог пожежної безпеки.

#### **4.4 Розрахунок заземлюючої установки для ввідного розподільчого пристрою будинку**

Згідно з класифікацією приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом (ПУЕ 1.1.6.), приміщення в якому проводяться всі роботи відноситься до першого класу (без підвищеної небезпеки). Під час роботи використовуються електроустановки з напругою живлення 36 В, 220 В, та 360 В. Опір контура заземлення повинен мати не більше 4 Ом

Заземлення передбачається у вигляді виносного ряду. Закладається на глибину 0,7 м на відстані 10 м від стіни будівлі.

Приймаємо наступні параметри:

- довжина ряду заземлення становить  $D = 40$  м;
- ґрунт - суглинок, третя кліматична зона;
- природні заземлювачі відсутні.

1. В якості вертикальних заземлювачів приймаємо сталеві куточки з розмірами 50x50 мм і довжиною 3 м. Верхні кінці електродів розташовують на глибині 0,7 м від поверхні землі. До них приварюють горизонтальні електроди у вигляді сталеві смуги з розмірами 50x4 мм з такою ж сталі, що і вертикальні електроди.

2. Попередньо з урахуванням площі, займаної об'єктом, намічаємо розташування заземлювачів – в один ряд з відстанню між вертикальними електродами 3 м.

За прийнятою схемою кількість вертикальних електродів складе:

$$N_{в. е.} = 3 \cdot 40 = 13 \text{ шт,} \quad (4.1)$$

Довжина смуги горизонтального електрода

$$L_{\text{см}} = D + L_{\text{пск}} = 40 + 10 = 50 \text{ м}, \quad (4.2)$$

Де,  $L_{\text{пск}}$  – найбільшу відстань від заземлюваних ввідних розподільчих пристроїв будівлі до винесеного ряду заземлення, приймаємо рівною 10 м.

3. Опір штучного заземлювача при відсутності природних заземлювачів приймаємо рівним допустимому опору заземлюючого пристрою  $R_{\text{шт}} = R_3 = 4 \text{ Ом}$

4. Визначаємо розрахункові питомі опори ґрунту для горизонтальних і вертикальних заземлювачів:

$$\rho_{\text{роз.г}} = \rho_{\text{пит}} \cdot K_{\text{п.г}} = 250 \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (4.3)$$

$$\rho_{\text{роз.в}} = \rho_{\text{пит}} \cdot K_{\text{п.в}} = 130 \text{ Ом} \cdot \text{м}, \quad (4.4)$$

Де,  $\rho_{\text{пит}} = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$  - питомий опір ґрунту (суглинок);

$K_{\text{п.в}} = 1,3$  - поправочний коефіцієнт сезонності;

$K_{\text{п.г}} = 2,5$  - поправочний сезонний коефіцієнт .

5. Опір розтіканню одного вертикального електрода визначаємо за формулою:

$$R_{\text{в}} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{роз.в}}}{l} \cdot \left( \lg \left( \frac{2 \cdot l}{0,95 \cdot b} + \frac{1}{2} \cdot \lg \frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1} \right) \right) = 48,78 \text{ Ом}, \quad (4.5)$$

Де  $b$  – ширина сторони кутка, м;

$l$  – довжина вертикального електрода, м;

$t = 0,7 + 0,5l = 0,7 + 0,5 \cdot 3,0 = 2,20 \text{ м}$ — глибина закладання.

6. Визначаємо розрахунковий опір розтіканню горизонтальних електродів:

$$R_{\text{г}} = \frac{0,366 \cdot \rho_{\text{роз.г}}}{L_{\text{см}}} \cdot \lg \frac{2 \cdot L^2}{b_{\text{см}} \cdot t} = 9,43 \text{ Ом}, \quad (4.6)$$



Де  $b_{CM}$  – ширина смуги, м;

$L_{CM}$  – довжина смуги горизонтального електрода, м;

$t = 0,7$  м - глибина закладення горизонтального електрода

7. Для відношення прийнятої відстані між вертикальними електродами до їх довжини  $\alpha = 1$  при розташуванні електродів в ряд, кількості 13 шт, коефіцієнт використання вертикальних електродів  $\eta_B = 0,59$ ; коефіцієнт використання сполучної смуги  $\eta_r = 0,62$ .

8. Повний опір розтікання струму штучного заземлювача, що складається з вертикальних електродів, електрично зв'язаних між собою смугою, яка знаходиться в контакті з землею знаходимо з виразу:

$$R_{шт.з} = \frac{1}{\frac{\eta_r}{R_r} + \frac{\eta_B \cdot N_B}{R_B}} = 4,4 \text{ Ом}, \quad (4.7)$$

Опір заземлювача більший за нормативне значення 4 Ом. Збільшивши кількість вертикальних електродів до 16, отримаємо:

$$R_{шт.з} = \frac{1}{\frac{\eta_r}{R_r} + \frac{\eta_B \cdot N_B}{R_B}} = 3,85 \text{ Ом}, \quad (4.8)$$

Отриманий результат задовольняє вимоги ПУЕ за величиною опору заземлення, так як він менший 4,0 Ом. Остаточо приймаємо штатний заземлювач, що складається з горизонтальної сталеві смуги та 16 вертикальних електродів довжиною 3,0 м кожний.

## ВИСНОВОК

У виконаній роботі був проведений теплотехнічний розрахунок будівлі, а саме розрахунок трансмісійних втрат, втрат з вентиляцією, зовнішні телонадходження, внутрішні телонадходження. Визначення енергопотреба системи опалення та охолодження та гарячого водопостачання. Також розрахована енергопотреба внутрішнього штучного освітлення.

Запропановно використовувати більш економічно доцільний варіант гарячого водопостачання під час неопалювального періоду. Використовувати тепловий насос, який працює за принципом парокомпресорної установки, та тепловий акумулятор. Доведено що за невеликих капіталовкладень можна добитися суттєвої економії на гарячому водопостачанні, а саме мінімум 5 425,59 грн кожного місяця. Так як потужність насоса не є великою (1,3 кВт), то кабельну лінію та системи захисту не потрібно замінювати на більшу потужність, що показує суттєве заощадження на капіталовкладеннях. Техніко-економічно обґрунтовано, що тепловий насос дозволяє майже удвічі скоротити затрати на гаряче водопостачання. Тому при відносно невеликих капіталовкладеннях установка відмічається високим терміном окупності, 4 місяці.

На основі енергопотреби дошкільного навчального закладу була визначена потужність котельні, що надалі дало можливість обрати відповідні лінії електропостачання та розрахувати, системи захисту цих ліній. Було обрано, що електропостачання буде виконано кабельними лініями. На котельню буде прокладено кабельну лінію АПвБбШп-4х2,5 та вибрані системи захисту: автомат Eaton PL7-B20/3N 3р+N В 20А, роз'єднувач ІЕК МР10-4-040 ВРТ-63 4Р 40А, запобіжники ПН-2 100А. Відповідно на будівлю навчального закладу буде прокладено кабельну лінію АПвБбШп-4х10 та встановлені: автомат Eaton PL7-B40/3N 3р+N В 40А, роз'єднувач QS5-100Р/4 4Р 100А І-0-ІІ, запобіжники QS5-100Р/4 4Р 100А І-0-ІІ.

Основною метою роботи було впровадження енергоефективних заходів, щодо використання теплового насоса у неопалювальний період. Цей метод довів свою ефективність.

У економічній частині роботи оцінено капітальні затрати та експлуатаційні витрати на реалізацію ТН та терлової акумулюючої установки, та термін окупності, і ефективність капіталовтрат.

У розділі присвяченому охороні праці були розглянуті оновні шкідливі фактори і засоби їх усунення, пожежна безпека, а також розрахований заземлюючий контур.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні ДСТУБ Б А.2.2-12:2015
2. Теплова ізоляція будівель ДБН в.2.6-31:2006
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 будівельна кліматологія,
4. Правила улаштування електроустановок
5. Природне і штучне освітлення ДБН В.2.5-28-2006
6. Наказ 11.07.2018 № 169 про затвердження методики визначення енергетичної ефективності будівель
7. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення ДБН В.2.5-23:2010
8. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни „електропостачання”

## ДОДАТОК А

## Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

		Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1					
2			Документація	101	
3					
4	A4	ПЗ	Пояснювальна записка		
5					
6	A4	ПМ	Презентаційні матеріали	10	
7					
8					
9					
10					
11					
12					