

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

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Микола СОТНИК

(підпис)

(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

_____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(бакалавр / магістр)


зі спеціальності 144 Теплоенергетика,
(код та назва)

освітньо-професійної програми «Енергетичний менеджмент»
(освітньо-професійної / освітньо-наукової) (назва програми)

на тему: «Підвищення енергоефективності функціонування водонасосної станції Пришибського водозабору міста Суми».

Здобувача(ки) групи ЕМ-01/1 Грицай Марини Олексіївни
(шифр групи) (прізвище, ім'я, по батькові)

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


_____ (підпис)

Марина ГРИЦАЙ
(Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник _____ (посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) _____ (підпис)

Сумський державний університет
Факультет технічних систем та енергоефективних технологій
Кафедра прикладної гідроаеромеханіки
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(освітня програма «Енергетичний менеджмент»)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри прикладної гідроаеромеханіки
Сотник М.І.
“08” квітня 2024 р.

ЗАВДАННЯ
до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра

Грицай Марина Олексіївна
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Підвищення енергоефективності функціонування водонасосної станції Пришибського водозабору міста Суми затверджена наказом по університету № 0494-VI від “09” травня 2024 р
- 2 Термін здачі студентом закінченої роботи до 28 травня 2024 р.
- 3 Вихідні дані до роботи: будівельна та проектна документація об'єкту енергетичного обстеження; нормативні вимоги, дійсні на території України.
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити).

Вступ (загальна характеристика проблем з енергозбереження, мета, задачі та актуальність виконання роботи).

1. Характеристика об'єкту енергетичного обстеження (опис дійсного стану та систем енергопостачання об'єкта; опис приладів обліку енергоносіїв на об'єкті, представлення результатів інструментального обстеження та їх аналіз).

2. Комплексний аналіз рівня енергоефективності об'єкта енергетичного обстеження (аналіз обсягів енергоспоживання за видами систем енергопостачання на об'єкті; визначення питомих величин рівня енергоефективності; основні положення методики розрахунку енергетичних показників; представлення результатів розрахунку).

3. Техніко-економічний аналіз енергозбережних заходів (основні положення методики розрахунку заходів з енергозбереження; представлення результатів розрахунку).

Додатки (Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; копії документів, принципові схеми, статистичні дані тощо).

5. Перелік обов'язкового графічного матеріалу (з точним зазначенням креслень або плакатів)


1. Енерготехнологічна схема об'єкта
2. Аналіз обсягів енергоспоживання
3. Результати розрахункового аналізу
4. Розробка енергозбережних заходів

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів роботи (за змістом розрахунково- пояснювальної записки)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Формування вихідних даних	до 14.04.2024	
2	Характеристика об'єкту енергетичного обстеження	до 20.04.2024	
3	Інструментальне обстеження	до 27.04.2024	
4	Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання	до 10.05.2024	
5	Розробка можливих енергозбережних заходів	до 20.05.2024	
6	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.	до 24.05.2024	
7	Оформлення розрахунково- пояснювальної записки та графічних матеріалів	до 26.05.2024	
8	Здача роботи на перевірку	До 28.05.2024	
9	Доопрацювання зауважень, перевірка на плагіат, рецензування	до 02.06.2024	
10	Захист роботи (період)	з 03.06.24 до 09.06.24	

Дата видачі завдання “ 08 “ квітня 2024 р.

Студент


_____ (підпис)

Марина Грицай

_____ (ім'я та прізвище)

Керівник роботи

_____ (підпис)

_____ (ім'я та прізвище)

					<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	3

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 87 с., 55 таблиць, 3 додатки, 9 рисунків, 22 літературних джерела.

Графічні матеріали: схема будівлі, що обстежувалася.

Мета роботи: проведення енергетичного обстеження системи електро- та теплопостачання, холодного водопостачання, розробка проекту з установки сонячної електростанції, задля економії електроенергії та у разі її відключень.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- аналіз рівня ефективності використання енергоносіїв;
- розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання;
- розробка енергозберігаючого заходу із економії електроенергії.

Предметом дослідження є системи енергопостачання та енергоспоживання будівлі Пришибської ВНС, аналіз і надання рекомендацій з їх ефективного використання.

Об'єктом є використання енергоносіїв на Пришибській ВНС.

Методи дослідження: інструментальне вимірювання освітленості, аналіз споживання електроенергії включаючи добові тенденції, економіко-математичні методи під час розробки енергозберігаючих заходів.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ, ТЕПЛОВТРАТИ, ВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИЛАД, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД, ОПІР ТЕПЛОПЕРЕДАЧІ, ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ, ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ.

Тема роботи – «Підвищення енергоефективності функціонування водонасосної станції Пришибського водозабору міста Суми».

						Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Додаток В 87

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 88

						Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

ВСТУП

Енергетичний аудит (енергетичне обстеження) - це обстеження підприємств різної сфери та окремих виробництв за їх ініціативою з точки зору їх енергоспоживання з метою визначення можливостей економії енергії та допомоги у економії на практиці шляхом впровадження механізмів підвищення енергетичної ефективності, а також з метою впровадження на підприємстві системи енергетичного менеджменту [9].

Енергоаудит є інструментом повної оцінки споживання паливноенергетичних ресурсів, створення управлінських впливів, а також і для оцінки того, на скільки ці впливи є ефективними. Таким чином енергетичний аудит (енергетичне обстеження) - постійно діючий механізм безупинного спостереження за станом об'єкта, який експлуатується, перевірка, ревізія, удосконалення до даного еталона [9].

Предметом енергетичного аудита є система обстеження споживання палива і енергії, аналіз і надання рекомендацій по ефективному споживанню енергоресурсів.

Основною метою енергетичного аудита є пошук можливостей енергозбереження і допомога господарським суб'єктам у визначенні напрямків ефективного енергозбереження. Об'єктом енергетичного аудита є суб'єкт господарської діяльності різної форми власності.

Призначення енергетичного аудиту полягає у розв'язанні наступних задач:

- складання карт споживання енергетичних ресурсів об'єктом;
- розробка організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження витрати енергії;
- визначення потенціалу енергозбереження;
- фінансова оцінка організаційно-технічних заходів.

В умовах війни одним із системних ризиків КП «Міськводоканал» Сумської міської ради (СМР) щодо стабільного забезпечення населення/об'єктів критичної інфраструктури міста Суми питною водою гарантованої якості,

						Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

забезпечення виробничого лабораторного контролю за якістю питної води, якістю очистки стічних вод, забезпечення необхідного запасу реагентів, засобів знезараження є аварійні режими або повне відключення електропостачання.

Проектом передбачається будівництво двох сонячних електростанцій на окремих водозаборах КП «Міськводоканал» СМР: Лепехівському – мережева потужністю Руст. 90 кВт та гібридна потужністю Руст. 30 кВт; Пришибському – гібридна потужністю Руст. 120 кВт.

Метою будівництва сонячних електростанцій є вирішення двоєдиної задачі. Перше. В умовах відключення насосного обладнання від електромережі (в наслідок воєнних дій, в наслідок застосування планових графіків відключень) сонячна електростанція має забезпечити мінімальну потребу у електроенергії для постачання питної води населенню міста (в тому числі шляхом доставки води автоцистернами). Друге. У штатному режимі електроживлення сонячна електростанція забезпечує економію коштів за рахунок зменшення електроспоживання із мережі (мінімізація втрати бюджетних коштів, позитивний вплив на тарифи).

У продовж останніх років менеджментом та колективом КП «Міськводоканал» СМР виконано низку системних заходів, які стосуються діагностування енергоефективності наявних технологічних процесів у системах питного водопостачання та водовідведення. На їх основі проведено комплекс заходів стосовно визначення та оптимізації гідравлічних режимів водопостачання і водовідведення, впроваджено нові енергоефективні насосні агрегати, поліпшено режими їх функціонування частотним регулюванням приводів як насосних агрегатів так і повітряних нагнітачів очисних споруд [16].

Оптимізація системи диспетчеризації та модернізація і ремонти водоводів дозволили зменшити втрати води у мережах питного водопостачання, підвищити стійкість системи через зменшення кількості аварій. У процесі виконання зазначених заходів була досягнута економія енергоресурсів у обсязі близько 20 %. Однак, як показує практика функціонування КП «Міськводоканал» Сумської міської ради в умовах повномасштабного вторгнення рф, основним завданням

						Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

наразі є підвищення стійкості об'єктів шляхом гарантованого забезпечення електроживленням для виконання ними їх основних функцій у визначених межах [16].

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ

1.1 Характеристика об'єкту енергообстеження

Об'єктом енергетичного обстеження даної бакалаврської роботи комунальна власність КП «Міськводоканал» СМР, Пришибська ВНС.

Метою роботи є проведення енергетичного обстеження системи теплозабезпечення будівлі, визначення дійсного технічного стану, визначення споживання енергії, запровадження енергозберігаючих заходів для раціонального використання теплової та електричної енергій.

Технічну експлуатацію інженерних комунікацій будівлі здійснює Пришибська ВНС. Територія складається з десяти будівель (насосна станція II-го підйому холодної води (разом з прибудовою), хлораторна, прохідна, РП-43, РП-13, сарай, распредкамера (Є-1), распредкамера (Ж-1), свердловина №8, вбиральня). З них опалюються насосна станція II-го підйому, прибудова та прохідна. Прибудова (А1-1) на даний момент не експлуатується.

Технічні характеристики будівлі насосної станції II-го підйому такі:

- рік побудови1973 рік;
- кількість поверхів.....1 пов.;
- опалювальна площа.....183,3 м²;
- площа забудови.....222,4 м²;
- опалювальний об'єм будівлі.....788,2 м³;
- опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами.....956 м³;

Технічні характеристики будівлі прибудови (А1-1) такі:

- рік побудови1973 рік;
- кількість поверхів.....1 пов.;
- опалювальна площа.....не опалюється;
- площа забудови.....185,3 м²;

						Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- опалювальний об'єм будівлі.....не опалюється;
- опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами.....не опалюється;

Технічні характеристики будівлі прибудови (А2-1) такі:

- рік побудови1973 рік;
- кількість поверхів.....1 пов.;
- опалювальна площа.....97,9 м²;
- площа забудови.....113,3 м²;
- опалювальний об'єм будівлі.....332,9 м³;
- опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами.....385 м³;

Технічні характеристики будівлі прохідної такі:

- рік побудови1973 рік;
- кількість поверхів.....1 пов.;
- опалювальна площа.....19,2 м²;
- площа забудови.....23,1 м²;
- опалювальний об'єм будівлі.....61,4 м³;
- опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами.....74 м³;

Пришибська ВНС розташована у східній частині міста. Забезпечує питною водою споживачів східної, південно-східної та частково лівобережної частини міста. На локаціях території водозабору розташовані струмоприймачі I підйому води, резервуари чистої води, насосна станція II підйому, електрична підстанція з обладнанням для трансформації електроенергії та системи комутації і регулювання струмоприймачів.

Основні технічні характеристики насосного обладнання I підйому представлено у таблиці 1.1.

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Таблиця 1.1 – Основні технічні характеристики діючого насосного обладнання I підйому Пришибського водозабору

№ з. п	№ свердл. п.п.	Геол. індекс	Глибина буріння, м	Рік буд-ва	Марка насосу	Устан. потужність ел.двиг., кВт	Подача (потужн.), тис.м3/добу
1	2А	К2	114	1987	ЕЦВ 10х63х65	18,5	-
2	4	К2	112	1992	ЕЦВ 10х63х65	18,5	-
3	5А	К2	112	1992	ЕЦВ 10х63х65	18,5	-
4	8А	К1-2	532	1986	GCA 3.13.2	30	1,0
5	11А	К1-2	536	1989	GCA 5.10	37	1,51
6	13	К2	521	1975	ЕЦВ 10х63х110	32	-
7	14	К2	100	1972	ЕЦВ 10х63х65	18,5	1,51
8	15	К2	510	1974	ЕЦВ 10х63х65	18,5	-
9	15А	К1-2	536	1993	GDB 2.07.1	132	4,32
10	16А	К1-2	540	1992	TVS8.4-12VVL8W930 2D	-	-
11	10А	К1-2	560	2017	GCA 8.13	75	4,32

Всього: 12,66 тис.м3/добу

в тому числі:

водозабір з мергельно-крейдяного горизонту – 1,51 тис.м3/добу;

водозабір з сеноман-нижньокрейдяного горизонту – 11,15 тис.м3/добу.

Свердловини 2А, 4, 5А, 13, 15, 16А наразі у технологічному процесі водопостачання не задіяні через достатність продуктивності інших свердловин, які оснащені більш енергоефективними насосними агрегатами.

Основні технічні характеристики насосного обладнання II підйому представлено у таблиці 1.2.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Основні технічні характеристики насосного обладнання II підйому представлено у таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Основні технічні характеристики діючого насосного обладнання II підйому Пришибського водозабору

№ п.п.	Марка насосу	Дата вводу	Подача м ³ /годину	Напір, м	Потуж. двигуна, кВт
1	ЦН 400x105 (ЗВ 200x2)	1989	360	35	75
2	ЦН 400x105	1991	380	35	75
3	Д 630x90-2	2002	630	70	200
4	Д 200x36	2006	200	36	37

Загальна максимальна подача (потужність) насосної станції II-го підйому 37,68 тис. м³/добу.

Забезпечення будівлі тепловою енергією на потреби опалення здійснюється від системи централізованого опалення.

Подача холодної води здійснюється від подачі води від II-го підйому у мережу.

Забезпечення будівлі гарячою водою здійснюється від бойлеру, який розташований в будівлі.

1.2 Опис дійсного стану будівлі

Фундамент Пришибської ВНС виконаний з бетону.

Приміщення розташування насосного обладнання заглиблене. Стіни цього приміщення виконані зі збірних бетонних блоків 220 мм, стіни будівлі виконані з цегли на цементно-піщаному розчині, з внутрішньої сторони – піщано - цементна штукатурка.

Плити перекриттів – залізобетонні, товщина 220 мм. Перегородки – цегляні, виконані з повнотілої цегли, товщина стін 500 мм. Підлога – шар керамзиту товщиною 200 мм, залізобетон - 220 мм, плити керамічні - 25 мм.

					Лист
					13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Стеля – залізобетон – 220 мм, керамзит – 200 мм та шар руберойду товщиною 25 мм. Вікна по будівлі з пластикового профілю. Вхідні двері – дерев'яні товщиною 40 мм, ворота – 50 мм.

Вікна по будівлі з пластикового профілю.

Порушення в віконних конструкціях, фундаменті чи стелі не були виявлені.

1.3 Характеристика систем енергопостачання

1.3.1 Система опалення

Обстежуваний об'єкт має централізовану систему теплопостачання. Договір на теплопостачання укладений з ТОВ «Сумитеплоенерго».

Теплоносій – вода. Система двотрубна з горизонтальною розводкою. Рух гарячого теплоносія відбувається зверху вниз через труби і опалювальні прилади. Опалювальні прилади – три чавунні радіатори та один реєстр.

Відпуск теплоти до будівлі здійснюється за температурним графіком 95/70°C.

Індивідуальний тепловий пункт відсутній.

1.3.2 Система водопостачання

Водопостачання будівлі здійснюється від подачі води від II-го підйому у мережу. Вода до будівлі подається по металевій трубі Ø 15 мм. Тиск води на вході в будівлю $P_{хв}=2,8$ бар. Водовідведення в будівлі – централізоване.

Холодна вода питної якості використовується на побутові та технологічні потреби. Основними споживачами води є працівники ВНС.

1.3.3 Система електропостачання

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Обсяги та графіки споживання електричної енергії струмоприймачами об'єктів КП «Міськводоканал» СМР залежать у першу чергу від обсягів та графіків водоспоживання споживачами, структури функціонуючих одночасно струмоприймачів, режимів їх роботи та енергоефективності. Основними споживачами електроенергії у системі водопостачання є насосні агрегати, які забезпечують систему питною водою визначеного тиску. Електрична енергія, яка живить обладнання, постачається від мереж АТ «Сумиобленерго», ПАТ «Укренерго» напругою 6 кВ. Понижуюче напругу до 0,4 кВ трансформаторне обладнання розташовується на об'єктах КП «Міськводоканал» СМР.

Систему освітлення складають люмінесцентні лампи.

Виробниче приміщення має 16 ламп по 200 Вт, з них постійно працюють 8 ламп. В адміністративно-побутовому приміщенні 10 ламп потужністю 100 Вт, з них працює 5 ламп.

1.3.4 Система вентиляції

Будівлю обладнано системою природної вентиляції. Видалення вентиляованого повітря здійснюється через вентиляційні канали, що знаходяться в будівельних конструкціях. Вентиляційні отвори системи витяжної і припливної вентиляції відкриті і працюють у режимі природної вентиляції.

1.3.5 Система обліку енергоресурсів

Облік тепла, який споживається ВНС, здійснюється тепловим лічильником Arator LQM-III-FAUN 400 [19]. Зняття показників лічильника виконується з вересня 2023 року щоденно.

						Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 1.1 – Тепловий лічильник Аrator LQM-III-FAUN 400 [19].

Характеристики теплового лічильника наведені у табл.1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристики теплового лічильника

Мінімальна витрата, Q_{\min} , м ³ /год	40
Максимальна витрата, Q_{\max} , м ³ /год	800
Максимальний робочий тиск	16 бар
Номінальна витрата, Q_n , м ³ /год	400
Мінімальна температура навколишнього середовища, °C	5
Втрата тиску	0,63
Максимальна температура навколишнього середовища, °C	55
Максимальна температура теплоносія, °C	130
Метрологічний клас	III (третій)

Облік споживання холодної води здійснюється за показниками лічильника холодної води Powogaz JS-4,0 Ду20, встановленого у вузлі вводу будівлі. Зняття показань лічильника виконують з вересня 2023 року [10].



Рисунок 1.2 – Лічильник на холодну воду Powogaz JS-4,0 Ду20

Характеристики лічильника наведені у табл.1.4.

Таблиця 1.4 – Характеристики лічильника на холодну воду [10].

Умовний прохід (Ду чи Dn)	20 мм
Будівельна довжина	130 мм
Приєднання	Муфтове
Номінальна витрата, Q_n	4 м куб./г
Імпульсний вихід	Ні
Призначення	для холодної води
Тип лічильника	механічний (тахометричний)
Тип	крильчастий, сухохідний, одноструйний
Модифікація	Промисловий
Матеріал корпусу	Латунь

Комплектація	без штуцерів
Максимальний робочий тиск	16 бар
Максимальна температура	+50°C

Облік споживання електричної енергії здійснюється лічильником NIK NIK 2102-02 M2 (рис. 1.3) [13]. Лічильник знаходиться в електрощитовій на вводі до будівлі.



Рисунок 1.3 – Електролічильник NIK NIK 2102-02 M2

Характеристики електролічильника наведені у табл.1.5 [13].

Таблиця 1.5 – Характеристики електролічильника.

Клас точності по активній енергії електролічильника	1,0
Максимальний струм	60 А
Номинальний струм	5 А
Кількість фаз	1

Робочий діапазон напруги лічильника	220 В
Діапазон робочих температур	-40 до +70°C
Відносна вологість	до 95%
Ступінь захисту (IP)	54

1.3.6 Існуючі тарифи на енергоносії та воду

Станом на 29.04.2024 року тарифи на електричну енергію, теплову енергію та воду складають з ПДВ:

Тепло: 1864, 37 грн/Гкал

Електрична енергія від мереж АТ «СУМІОБЛЕНЕРГО» : 8, 42 грн/кВт· год

Електрична енергія від мереж ПрАТ НЕК «Укренерго» : 5, 85 грн/кВт· год

Холодна вода: 15,98 грн/м³

Водовідведення: 16,67 грн/м³

1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води

1.4.1 Аналіз обсягів споживання тепла

Величина споживання тепла за 2021-2023 роки наведена у табл. 1.6 та на рис. 1.1

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата						19

Таблиця 1.6 – Величина споживання тепла за 2021-2023 роки

Місяці	Споживання тепла, Гкал		
	2021	2022	2023
Січень	3,677	3,942	3,307
Лютий	3,520	3,268	3,055
Березень	2,590	2,680	2,671
Квітень	1,262	1,033	0,244
Травень	0	0	0
Червень	0	0	0
Липень	0	0	0
Серпень	0	0	0
Вересень	0	0	0
Жовтень	0	0	0
Листопад	2,025	1,409	1,575
Грудень	2,371	2,900	3,065



Рисунок 1.4 - Діаграма споживання теплової енергії за 2021-2023 роки.

Споживання тепла будівлею Пришибської ВНС відбувається під час опалювального періоду, тепло на підігрівання води надається, так як гаряче водопостачання відсутнє. Тривалість опалювального періоду становить 6 місяців (з 15 жовтня по 15 квітня), але ця тривалість може змінюватися. Опалювальний період починається тоді, коли середньодобова температура тримається нижче +8 °С протягом трьох діб і закінчується при підвищенні середньодобової температури вище +8 °С протягом 3 діб.

					Лист
					20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Таблиця 1.15 - Загальні обсяги споживання електроенергії струмоприймачами Пришибської ВНС у 2023 році

Місяць	січень	лютий	берез.	квіт.	трав.	черв.	лип.	серп.	верес.	жовт.	лист.	груд.
Обсяг, тис. кВт*год	286	248,6	155,1	151,8	155,1	163,9	173,8	177,1	148,5	141,9	144,1	157,3

Загальний обсяг спожитої електроенергії за 2022 рік становив 2103,2 тис. кВт*год /рік.

Величина споживання електроенергії за 2021-2023 роки наведена на рис. 1.6.



Рисунок 1.5 – Діаграма загальних обсягів споживання електроенергії струмоприймачами Пришибської ВНС у 2021-2023 роках

Структуру добового споживання електроенергії струмоприймачами Пришибської ВНС у зимовому та літньому періодах за 2021 - 2023 роки наведено у таблицях 1.16 – 1.21.

Таблиця 1.16 - Обсяги добового споживання електроенергії струмоприймачами Пришибської ВНС від АТ "Сумиобленерго" у зимовому періоді 2021 року

Час доби, год	Споживання електроенергії, кВт*год
1	28
2	26
3	24
4	23
5	24
6	35
7	52
8	56
9	55
10	53
11	52
12	52
13	50
14	49
15	48
16	48
17	52
18	56
19	60
20	63
21	67
22	69
23	61
24	44

Загальний добовий обсяг спожитої електроенергії у зимовому періоді 2021 року становив 1147 кВт*год /добу.

Таблиця 1.17 - Обсяги добового споживання електроенергії струмоприймачами Пришибської ВНС від ПАТ “Укренерго” у зимовому періоді 2021 року

Час доби, год	Споживання електроенергії, кВт*год
1	266
2	268
3	267
4	267
5	267
6	267
7	268
8	266
9	268
10	267
11	267
12	267
13	267
14	267
15	268
16	266
17	268
18	268
19	267
20	268
21	267
22	268
23	267
24	267

Загальний добовий обсяг спожитої електроенергії у зимовому періоді 2021 року становив 6413 кВт*год /добу.

						Лист
						26
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 1.18 - Обсяги добового споживання електроенергії струмоприймачами Пришибської ВНС від АТ “Сумиобленерго” у літньому періоді 2022 року

Час доби, год	Споживання електроенергії, кВт*год
1	14
2	14
3	14
4	14
5	14
6	18
7	30
8	34
9	34
10	34
11	33
12	30
13	32
14	30
15	41
16	71
17	72
18	75
19	78
20	81
21	83
22	82
23	72
24	61

Загальний добовий обсяг спожитої електроенергії у літньому періоді 2022 року становив 1061 кВт*год /добу.

Таблиця 1.20 - Обсяги добового споживання електроенергії струмоприймачами Пришибської ВНС від АТ “Сумиобленерго” у літньому періоді 2023 року

Час доби, год	Споживання електроенергії, кВт*год
1	15,4
2	15,4
3	15,4
4	15,4
5	15,4
6	19,8
7	33
8	37,4
9	37,4
10	37,4
11	36,3
12	33
13	35,2
14	33
15	45,1
16	78,1
17	79,2
18	82,5
19	85,8
20	89,1
21	91,3
22	90,2
23	79,2
24	67,1

Загальний добовий обсяг спожитої електроенергії у літньому періоді 2022 року становив 1167,1 кВт*год /добу.

						Лист
						29
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

Таблиця 1.21 - Обсяги добового споживання електроенергії струмоприймачами Пришибської ВНС від ПАТ “Укренерго” у літньому періоді 2023 року

Час доби, год	Споживання електроенергії, тис. кВт*год
1	180,4
2	179,3
3	181,5
4	179,3
5	180,4
6	180,4
7	180,4
8	180,4
9	180,4
10	180,4
11	179,3
12	180,4
13	180,4
14	180,4
15	180,4
16	180,4
17	179,3
18	181,5
19	180,4
20	179,3
21	181,5
22	179,3
23	180,4
24	180,4

Загальний добовий обсяг спожитої електроенергії у літньому періоді 2022 року становив 4326,3 кВт*год /добу.

Потужність електроспоживання струмоприймачами Пришибської ВНС, приєднаних до мереж АТ «Сумиобленерго», у годину максимальної сонячної активності (близько 12 години дня) у залежності від сезону (зима, літо) становить від 30 кВт влітку до 50 кВт взимку. Максимальна потужність електроспоживання припадає на 21 годину доби (близько 83 кВт влітку, близько 69 кВт взимку).

						Лист
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

Потужність електроспоживання струмоприймачами Пришибської ВНС, приєднаних до мереж ПАТ «Укренерго», у годину максимальної сонячної активності (близько 12 години дня) у залежності від сезону (зима, літо) становить від 164 кВт влітку до 267 кВт взимку. Графік електроспоживання рівномірний за годинами доби.

Потужність електроспоживання струмоприймачами Лепехівської ВНС у годину максимальної сонячної активності (близько 12 години дня) у залежності від сезону (зима, літо) становить від 140 кВт влітку до 135 кВт взимку. Максимальна потужність електроспоживання припадає на 21 годину доби (близько 160 кВт влітку, близько 155 кВт взимку).

1.4.3 Аналіз обсягів споживання води

Пришибський водозабір розташований у східній частині міста. Забезпечує питною водою споживачів східної, південно-східної та частково лівобережної частини міста. На локаціях території водозабору розташовані струмоприймачі I підйому води, резервуари чистої води, насосна станція II підйому, електрична підстанція з обладнанням для трансформації електроенергії та системи комутації і регулювання струмоприймачів.

Пришибський водозабір достатньо інтегрований у систему транспортних мереж міста і має вигідну локацію щодо мінімізації довжини «плечей» транспортних маршрутів при використанні автомобільного транспорту для забезпечення споживачів технічною водою за умови повного припинення мережевого електрозабезпечення. Крім того, він має інфраструктуру, яка дозволяє безперебійно наповнювати водою ємності автоцистерн на випадок відключення світла, безпосередньо із свердловин, а також із резервуарів чистої води (останнє повинно використовуватися у надзвичайних ситуаціях через проблемні моменти пов'язані з дотриманням санітарних норм і правил).

Типова добова структура загального водопостачання протягом доби (взимку та влітку) 2021 року від Пришибської ВНС у загальноміську мережу представлена у таблиці 1.21.

						Лист
						31
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 1.22 - Типова структура добового загального водопостачання від Пришибської ВНС у загальноміську мережу (погодинного) за літнім та зимовим періодами 2021 року

Час доби, год	Споживання влітку, м ³	Споживання взимку, м ³
1	146,83	146,33
2	123,89	128,49
3	114,74	130,85
4	108,36	129,94
5	121,41	142,83
6	168,86	196,88
7	261,64	273,64
8	306,31	330,08
9	299,89	355,27
10	325,27	355,64
11	324,13	295,29
12	301,28	283,67
13	291,63	314,41
14	273,68	295,29
15	265,25	318,13
16	280,83	313,28
17	285,67	277,21
18	301,29	270,05
19	318,03	327,66
20	309,69	321,14
21	322,85	393,62
22	348,17	357,67
23	312,47	235,21
24	224,41	151,23

Типова добова структура загального водопостачання протягом доби (взимку та влітку) 2022 року від Пришибської ВНС у загальноміську мережу представлена у таблиці 1.23

						Лист
						32
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата		

Таблиця 1.23 - Типова структура добового загального водопостачання від Пришибської ВНС у загальноміську мережу (погодинного) за літнім та зимовим періодами 2022 року

Час доби, год	Споживання влітку, м ³	Споживання взимку, м ³
1	122,94	122,77
2	103,99	107,28
3	95,79	109,16
4	94,50	109,20
5	101,17	119,63
6	136,91	164,03
7	218,48	228,46
8	255,98	275,08
9	253,77	296,40
10	271,73	296,60
11	270,05	246,99
12	251,99	245,24
13	243,16	262,44
14	228,65	246,43
15	221,55	265,14
16	234,86	261,82
17	238,34	231,00
18	251,54	225,99
19	265,04	273,95
20	258,42	273,16
21	269,87	328,85
22	290,73	289,53
23	260,21	196,73
24	187,51	126,63

Типова добова структура загального водопостачання протягом доби (взимку та влітку) 2023 року від Пришибської ВНС у загальноміську мережу представлена у таблиці 1.24.

Таблиця 1.24 Типова структура добового загального водопостачання від Пришибської ВНС у загальноміську мережу (погодинного) за літнім та зимовим періодами 2023 року

Час доби, год	Споживання влітку, м ³	Споживання взимку, м ³
1	129,087	128,909
2	109,19	112,644
3	100,58	114,618
4	99,225	114,66
5	106,229	125,612
6	143,756	172,232
7	229,404	239,883
8	268,779	288,834
9	266,459	311,22
10	285,317	311,43
11	283,553	259,34
12	264,59	257,502
13	255,318	275,562
14	240,083	258,752
15	232,628	278,397
16	246,603	274,911
17	250,257	242,55
18	264,117	237,29
19	278,292	287,648
20	271,341	286,818
21	283,364	345,293
22	305,267	304,007
23	273,221	206,567
24	196,886	132,962

Загальний щомісячний обсяг послуги з водопостачання (тис. м³) за 2021 рік становив (див. таблицю 1.25):

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата						

Техніко-економічний аналіз споживання тепла будівлями Пришибської ВНС виконуємо виходячи зі значення питомої теплової витрати енергії на опалення за опалювальний період $q_{\text{буд}}$, яка розраховується за формулою [14]:

$$q_{\text{буд}} = \frac{Q_{\text{оп}}}{V_{\text{буд}}^{\text{оп}}} \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3$$

де $Q_{\text{оп}}$ – величина споживаної теплової потужності будівель за весь опалювальний період, кВт·год;

$V_{\text{буд}}^{\text{оп}}$ – загальний об'єм опалювальних приміщень, м³.

У нашому випадку питоме загальне споживання тепла будівлями на території Пришибської ВНС за 2021, 2022, та 2023 роки становить:

- 2021 рік $Q_{\text{оп}} = 17\,962,5$ кВт·год
- 2022 рік $Q_{\text{оп}} = 17\,714,8$ кВт·год
- 2023 рік $Q_{\text{оп}} = 16\,164,5$ кВт·год

$$V_{\text{буд}}^{\text{оп}} = 2601 \text{ м}^3$$

Тоді значення фактичних питомих тепловитрат на опалення за опалювальний період $q_{\text{буд}}$, кВт·год/м³ становлять:

- 2021 рік $q_{\text{буд}} = 6,09$ кВт·год/м³ або 0,0052 Гкал/(м³·рік)
- 2022 рік $q_{\text{буд}} = 6,81$ кВт·год/м³ або 0,0059 Гкал/(м³·рік)
- 2023 рік $q_{\text{буд}} = 6,21$ кВт·год/м³ або 0,0053 Гкал/(м³·рік)

Згідно з нормами споживання теплоти на опалення громадських будівель і споруд максимально допустиме значення споживання теплоти лабораторними корпусами (об'ємом до 5 тис. м³) становить $E_{\text{max}} = 0,039$ Гкал/(м³·рік) на опалювальний період [17].

Порівняння нормованої величини тепловитрат і дійсних тепловитрат показує, що будівля відповідає вимогам чинної нормативної документації ($q_{\text{буд}} \leq E_{\text{max}}$), а тепло споживається у нормальній кількості [17].

										Лист
										36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

1.5.2 Техніко-економічний аналіз споживання води

Аналіз графіків зміни витрат води по місяцям року показує відповідність витрат води нормативам. За відомими величинами місячних витрат води і відомій кількості працівників у будівлі визначено питомі показники витрат холодної на одну особу за добу, які можна порівняти з нормативними величинами. Норма витрат води на промисловому об'єкті на одну людину становить – 0,2 м³/добу. На ВНС знаходиться 4 працівника [2].

- 2021 рік $\left(\frac{61 \text{ м}^3}{4 \text{ прац}}\right) / 365 \text{ днів} = 0,042 \text{ м}^3/\text{добу}$;
- 2022 рік $\left(\frac{45,7 \text{ м}^3}{4 \text{ прац}}\right) / 365 \text{ днів} = 0,031 \text{ м}^3/\text{добу}$;
- 2023 рік $\left(\frac{60,3 \text{ м}^3}{4 \text{ прац}}\right) / 365 \text{ днів} = 0,041 \text{ м}^3/\text{добу}$.

Порівняння норми витрат води і дійсних величин витрат показує, що реальні значення не перевищують нормовані. Це є задовільним показником.

1.5.3 Техніко-економічний аналіз споживання електричної енергії

Аналіз графіків зміни витрат електроенергії насосними агрегатами по місяцям року показує відповідність потребам споживачів у водоспоживанні [2].

Нижче наведені сумарні кількості спожитої електроенергії по рокам:

- 2021 рік = 2631 кВт · год ;
- 2022 рік = 1912 кВт · год;
- 2023 рік = 2103,2 кВт · год.

											Лист
											37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

2 ІНСТРУМЕНТАЛЬНЕ ОБСТЕЖЕННЯ

2.1 Опис методів та приладів вимірювання

Під час проведення аудиту Пришибської ВНС використовуються наступні вимірювальні прилади:

- вимірювальна рулетка;
- термогігрометр;
- лазерний пірометр;
- тепловізор;
- люксометр.

Оскільки енергетичний аудит проводився практично у літній період, то частина вимірювальних приладів не знадобилася, через неопалювальний сезон. Тому температура радіаторів та знімки з тепловізійного обстеження зазначатися не будуть.

Вимірювальна рулетка служить для визначення геометричних розмірів приміщень. Границя виміру приладу 10 м, похибка ± 5 мм.

Для визначення температури в приміщенні та зовні використовують термогігрометр BENETECH GM1361 (рис. 2.1) [22]. Його технічні характеристики представлені в таблиці 2.1.



Рисунок 2.1 – Термогігрометр BENETECH GM1361

						Лист
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики універсального вимірювача

Одиниця вимірювання вологи	%
Одиниця вимірювання температури	°C/°F
Мах значення вологи	100
Мах значення температури	50
Мін значення температури	-10
Напруга, В	6
Похибка, +/-, %	3

Прилад володіє точністю і стабільністю свідчень завдяки унікальному датчику вологості, який не боїться води, захищений поворотною кришкою і відкривається в процесі виміру. Дисплей розташовано на поворотній голівці і завжди видний. Передбачена функція автоматичного відключення через 10 хвилин.

Температуру теплоносія у трубопроводах вимірюють лазерним пірометром, наприклад Bosch UniversalTemp (рис. 2.2) [12].

Термодетектор Bosch UniversalTemp здатний вимірювати температуру з точністю до $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$, що дає змогу отримувати максимально точні дані про температуру в навколишньому середовищі. Інфрачервона лазерна технологія підтримує ширшу сферу вимірювання від -30°C до $+500^{\circ}\text{C}$. Оптика 12:1 [12].

Такий широкий діапазон забезпечує його придатність для безлічі застосувань, оперативно і правильно виявить точку тепловтечі, зробити виміри температури біля вікна, в холодильній камері, чи поруч із відкритим каміном [12].

Принцип дії лазерного пірометра заснований на вимірюванні інтенсивності теплового випромінювання від тіл, що нагріті до певної температури, переважно в діапазонах інфрачервоного випромінювання та видимого світла.

На рис. 2.2 зображено лазерний пірометр, за допомогою якого проводяться вимірювання.

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39



Рисунок 2.2 – Лазерний пірометр Bosch UniversalTemp

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики лазерного пірометра [12]

Діапазон вимірювань, °C	-30...+500
Живлення	2 x 1,5 В LR6 (AA)
Робоча температура, °C	-10...+40

Для визначення температури, стану огорожуючих конструкцій будівлі, місць втрат тепла, порушень роботи опалювальних приладів можна використати такий прилад, як тепловізор Bosch GTC 400 C + L-boxx (рис. 2.3). Його основні характеристики представлені у табл. 2.3 [21].



Рисунок 2.3 - Тепловізор Bosch GTC 400 C + L-boxx

Таблиця 2.3 – Основні технічні характеристики тепловізора Bosch GTC 400 C + L-boxx

Діапазон вимірювань	-10 °C ... +400 °C
Точність вимірювання IR(ІЧ)	±3.0 °C
Термочутливість (NETD)	<50
Великий IR(ІЧ)-датчик	160x120 px
Кількість точок вимірювання	19200
ЗП зображень (к-ть зображень)	500
Робоча температура	-10 – 45°C
Температура зберігання	-20 – 70°C

Для визначення освітленості у робочих приміщеннях досліджуваної будівлі було використано цифровий люксметр Voltcraft MS-1300 (рис. 2.4) [11]. Він використовується для вимірювання як природної так і штучної освітленості , а також для вимірювання яскравості не самосвітних об'єктів. Його технічні характеристики наведено у табл. 2.4 [11].

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41



Рисунок 2.4 – Цифровий люксметр Voltcraft MS-1300

Таблиця 2.4 – Основні технічні характеристики цифрового люксметра Voltcraft MS-1300

Діапазон вимірювання	від 0,01 до 50.000 lux
Похибка	$\pm 5\% + 10$ одиниць в діапазоні (< 10.000 lux); $\pm 10\% + 10$ одиниць в діапазоні (> 10.000 lux)
Кількість діапазонів	4
Заряд	12V
Габарити прибору	188 x 64,5 x 24,5 мм
Габарити фотосенсору	115 x 60 x 27 мм
Вага	160 г

2.2 Аналіз результатів вимірювання

Результати вимірювання природної та штучної освітленості по приміщенням Пришибської ВНС наведено у табл. 2.5.

						Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблиця 2.5 – Результати вимірювання цифровим люксометром

Приміщення	Освітленість	
	Природна, лк	Нормативний показник, лк, згідно [2]
Насосна станція II-го підйому	210	200
Прибудова А2-1	201	
Коридори і проходи	80	75
Прохідна	78	75

Проглянувши і проаналізувавши дані табл. 2.5 можна зробити висновок, що в обстежених приміщеннях освітленість відповідає нормам [3].

Результати вимірювань відносної вологості, наведено у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 – Результати вимірювання лазерним пірометром та термогігрометром

Назва приміщення	Вологість, %
Насосна станція II-го підйому	31,5
Прибудова А2-1	33
Коридори і проходи	33,8
Прохідна	32,6

3 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

3.1 Методика проведення розрахунку

Розрахунок термічного опору огорожувальних конструкцій [14].

Приведений опір теплопередачі, $R_{\Sigma пр}$, $m^2 \cdot K/Вт$, непрозорої огорожувальної конструкції розраховується за формулою :

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_B} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} \quad (3.1)$$

де: α_B , α_3 – коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, $Вт/(m^2 \cdot K)$;

λ_{ip} – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, $Вт/(m \cdot K)$;

n – кількість шарів в конструкції за напрямком теплового потоку;

R_i – термічний опір i -го шару конструкції, $m^2 \cdot K/Вт$;

Примітка: при розрахунку приведенного опору теплопередачі для внутрішньої стіни (стіна між двома приміщеннями), коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь дорівнюють одне одному, і мають значення $\alpha_B = \alpha_3 = 8,7 \text{ Вт}/(m^2 \cdot K)$.

Теплотехнічний розрахунок світлових прорізів, які мають конструкцію лише в одне скло, також проводиться за формулою (1.1). Опір теплопередачі заповнень світлових прорізів стандартної конструкції приймається відповідно до нормативних показників.

Величина ΣR_n розраховується по рівнянню [14] :

$$\Sigma R_n = \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i}, \quad (3.2)$$

					Лист
					44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

де: n – кількість шарів підлоги на ґрунті;

δ_i – товщина i -го прошарку, м;

λ_i – коефіцієнт теплопровідності матеріалу i -го прошарку, $(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})/\text{Вт}$.

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень [14]:

$$\sum Q_{\text{втр}} = \sum Q_0 + \sum Q_{\text{д}} + \sum Q_{\text{інф}} + \sum Q_{\text{в}}, \text{ Вт} \quad (3.3)$$

де: $\sum Q_0$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції будівлі, Вт;

$\sum Q_{\text{д}}$ – сумарні додаткові втрати теплоти через зовнішні огорожувальні конструкції, Вт;

$\sum Q_{\text{інф}}$ – сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря, Вт;

$\sum Q_{\text{в}}$ – сумарні додаткові втрати теплоти на витяжну вентиляцію, Вт.

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі (стіни, стелі, світлові прорізи, ворота, неутеплені підлоги) :

$$\sum Q_0 = \frac{F_{\text{огр}}}{R_{\Sigma\text{пр}}} \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з,р}}) \cdot n, \text{ Вт} \quad (3.4)$$

де: $F_{\text{огр}}$ – розрахункова площа поверхні огорожувальної конструкції, м^2 ;

$R_{\Sigma\text{пр}}$ – опір теплопередачі огорожувальної конструкції (за результатами проведених розрахунків), $\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{Вт}$;

$t_{\text{в}}, t_{\text{з,р}}$ – відповідно температури усередині приміщення і зовнішнього повітря, $^\circ\text{C}$;

n – коефіцієнт, прийнятий залежно від положення зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції відносно зовнішнього повітря.

					Лист
					45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Примітка. При визначенні тепловтрат через внутрішні стіни у формулу підставляються температури приміщень, які розгороджені даними стінами.

Тепловтрати через внутрішню стіну розраховуються виключно для приміщення з найбільшою температурою внутрішнього повітря.

Сумарні втрати теплоти через огорожувальні конструкції визначаються за наступним виразом [14]:

$$\Sigma Q_0 = \Sigma Q_{ст} + \Sigma Q_{стл} + \Sigma Q_{вкн} + \Sigma Q_{з.д} + \Sigma Q_{пдл}, \text{ Вт} \quad (3.5)$$

де: $\Sigma Q_{ст}$ – сумарні втрати теплоти через зовнішні огороження (вертикальної конструкції), Вт;

$\Sigma Q_{стл}$ – сумарні втрати теплоти через стелю (покриття), Вт;

$\Sigma Q_{вкн}$ – сумарні втрати теплоти через світлові прорізи, Вт;

$\Sigma Q_{з.д}$ – сумарні втрати теплоти через ворота, обчислені для приміщень у яких є вихід на зовнішню сторону будинку, Вт;

$\Sigma Q_{пдл}$ – сумарні втрати теплоти через неутеплені підлоги на ґрунті, Вт.

Розрахунок додаткових тепловтрат через огорожувальні конструкції [14].

Додаткові втрати тепла через огорожувальні конструкції будівель обумовлені наявністю багатьох різних неврахованих факторів, що підвищують величини основних тепловтрат на деякі частки від їхніх значень.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи

$$Q_{вкн}^{інф} = 0,28 \cdot G_{н.вкн} \cdot F_{вкн} \cdot c \cdot (t_{в} - t_{з.р}) \cdot n_{в}, \text{ Вт} \quad (3.6)$$

де: c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С;

						Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$t_{в}, t_{з,р}$ - відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

$G_{н,вкн}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря через нещільність віконного огородження, $\text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{год})$;

$F_{вкн}$ – площа віконного прорізу, м^2 .

$n_{в}$ – кількість однотипних вікон.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через відкриті ворота [14]:

З урахуванням дії вітру масова витрата повітря, що уривається через відкриті двері або ворота, може бути визначена за рівнянням:

$$G_{вр} = B \cdot H \cdot \left[0,33 \cdot k_q \cdot \left(g \cdot H \cdot \frac{\Delta\rho}{\rho_c} \right) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot v \right] \cdot \rho_c, \frac{\text{кг}}{\text{с}} \quad (3.7)$$

де: B і H – ширина та висота дверей відповідно, м;

k_q – коефіцієнт витрати (для незахищених дверей 0,8);

g – прискорення вільного падіння, $9,81 \text{ м}/\text{с}^2$;

v – швидкість вітру під кутом до дверей (I-а кліматична зона – $2 \text{ м}/\text{с}$; II-а кліматична зона – $2,1 \text{ м}/\text{с}$);

$\Delta\rho$ – різниця густин повітряних мас ($\Delta\rho = \rho - \rho_c$), $\text{кг}/\text{м}^3$;

ρ_c – середня густина повітряних мас, $\text{кг}/\text{м}^3$ (при нормальних умовах $\rho = 1,3 \text{ кг}/\text{м}^3$):

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (t_{в} + t_{ср,он})]} \quad (3.8)$$

$t_{ср,он}$ – середня за опалювальний період температура зовнішнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

						Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Теплова потужність, яка необхідна для нагріву повітря, що вривається у ворота без повітряної завіси, знаходиться за формулою:

$$Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} = G_{\text{вр}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з,р}}) \cdot k_{\text{в}}, \text{кВт} \quad (3.9)$$

де: $G_{\text{вр}}$ - масова витрата зовнішнього повітря, що поступає через ворота, кг/с;

c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С;

$t_{\text{в}}$ і $t_{\text{з,р}}$ - температура внутрішнього повітря приміщення і зовнішнього повітря, °С;

$k_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що враховує фактичний час відкривання воріт протягом години.

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність воріт [14]:

$$Q_{\text{з,д}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot G_{\text{з,д}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з}}) \quad (3.10)$$

де c – питома теплоємність повітря, що дорівнює 1,005 кДж/кг·°С;

$t_{\text{в}}$, $t_{\text{з,р}}$ – відповідно температури внутрішнього повітря приміщення і розрахункового зовнішнього повітря, °С;

$G_{\text{з,д}}$ – кількість інфільтрованого холодного повітря крізь неущільнені ворота, кг/год:

$$G_{\text{з,д}} = b_{\text{н,д}} \cdot L_{\text{н,д}} \cdot v_{\text{ср,н,д}} \cdot \rho_{\text{п}} \cdot 3600 \quad (3.11)$$

де $b_{\text{н,д}}$ – ширина встановленої дверної або іншої нещільності (приймаємо 5 мм), м;

$L_{\text{н,д}}$ – довжина нещільності, м;

$v_{\text{ср,н,д}}$ – осереднена швидкість інфільтрації холодного повітря через нещільність (приймається 0,8 м/с), м/с;

										Лист
										48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$\rho_{\text{п}}$ – густина 1 м³ повітря (для практичних розрахунків беруть $\rho_{\text{п}} = 1,3$ кг).

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря [14]:

$$\sum Q_{\text{інф}} = Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} + Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} + Q_{\text{з,д}}^{\text{інф}}, \text{ Вт} \quad (3.12)$$

У підсумку проведених розрахунків за результатами диференційного визначення тепловтрат у приміщеннях будівлі, яка обстежується, визначається сумарне розрахункове значення тепловтрат $\sum Q_{\text{втр}}$ по формулі (3.1)

Розрахунок теплонадходжень [14].

Теплонадходження від людей :

$$Q_{\text{л}} = q_{\text{л}} \cdot n_{\text{л}}, \text{ Вт} \quad (3.13)$$

де: $q_{\text{л}}$ – явні теплонадходження від людей, Вт;

$n_{\text{л}}$ – кількість людей.

Теплонадходження від джерел освітлення:

$$Q_{\text{осв}} = N_{\text{л}} \cdot k_{\text{осв}} \cdot n_{\text{л}} \cdot k_{\text{з}}, \text{ кВт} \quad (3.14)$$

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

$k_{\text{осв}}$ – коефіцієнт переходу електричної енергії в теплову (лампи розжарення – $k_{\text{осв}} = 0,95$);

$k_{\text{з}}$ – коефіцієнт завантаження освітлення (за умовою завдання);

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

Теплонадходження від сонячної радіації

$$Q_{\text{рад}} = (q_{\text{с}} \cdot F_{\text{с}} + q_{\text{т}} \cdot F_{\text{т}}) \cdot k_{\text{о.п}}, \text{ Вт} \quad (3.15)$$

					Лист
					49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

де: q_c , q_T – відповідно тепловий потік, що надходить через 1 м^2 скління, освітленого сонцем і того, що перебуває в тіні, $\text{Вт}/\text{м}^2$ ($q_c=250 \text{ Вт}/\text{м}^2$; $q_T=100 \text{ Вт}/\text{м}^2$);

F_c , F_T – площі заповнення світлових прорізів, відповідно освітлених і затінених, м^2 ;

$k_{O.II}$ – коефіцієнт відносного проникнення сонячної радіації через заповнення світлового прорізу (за умовами завдання $k_{O.II}=0,6$).

Сумарні теплонадходження

$$Q_{\text{тн}} = Q_{\text{л}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{рад}}, \text{ Вт} \quad (3.16)$$

Визначення теплової потужності всієї будівлі

$$\Delta Q = \sum Q_{\text{втр}} - \sum Q_{\text{тн}}, \text{ Вт} \quad (3.17)$$

де: $\sum Q_{\text{втр}}$ - сумарні тепловтрати по всій будівлі, Вт;

$\sum Q_{\text{тн}}$ - сумарні теплонадходження по всій будівлі, Вт.

3.2 Проведення розрахунку

3.2.1 Розрахунок тепловтрат по приміщенню

Насосна станція = $222,4 \text{ м}^2$ Висота = $4,3 \text{ м}$

Прибудова (А2-1) = $113,3 \text{ м}^2$ Висота = $3,4 \text{ м}$

Прохідна = $23,1 \text{ м}^2$ Висота = $3,2 \text{ м}$

Кількість вікон площею $3 \cdot 2$ становить 25 шт., $1,5 \cdot 1,5$ становить 5 шт.

Залізобетонні плити товщиною 220 мм мають опір теплопередачі [14]:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 2,04 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

					Лист
					50
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

Шар руберойду 25 мм має опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = 0,17 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Шар керамзиту 200 мм має опір теплопередачі [14]:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = 0,13 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Плити керамічні для підлоги товщиною 25 мм мають опір теплопередачі:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = 0,96 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Дуб уздовж волокон товщиною 40 мм та 50 мм:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = 0,35 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

На даний момент прибудова (А1-1) не експлуатується і знаходиться в стані ремонту, тому тепловтрати по ній в розрахунок брати не будемо.

$$\begin{aligned} F_{\text{заг}} &= 51,97 \cdot 3,40 - 4 \cdot (3 \cdot 2) - 1 \cdot (2 \cdot 0,9) \\ &= 150,89 \text{ м}^2 - \text{прибудова (А2 - 1)} \end{aligned}$$

$$F_{\text{заг}} = 82,8 \cdot 4,3 - 10 \cdot (3 \cdot 2) - 1 \cdot (2 \cdot 0,9) = 294,24 \text{ м}^2 - \text{насосна станція}$$

$$F_{\text{заг}} = 3,2 \cdot 20,1 - 4 \cdot (1,5 \cdot 1,5) - 1 \cdot (2 \cdot 0,9) = 53,52 \text{ м}^2 - \text{прохідна}$$

Приведений опір теплопередачі, $R_{\Sigma \text{ пр}} \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ зовнішніх стін будівлі розраховується за формулою:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,5}{0,76} + \frac{1}{23} = 0,82 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Тепловтрати через зовнішні стіни будівлі:

$$t_{\text{з.п}} = -25^\circ\text{C}$$

						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$$Q_{\text{зв ст}} = \frac{150,89}{0,82} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 7912 \text{ Вт} = 7,91 \text{ кВт} - \text{прибудова (А2 - 1)}$$

$$Q_{\text{зв ст}} = \frac{294,24}{0,82} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 15430 \text{ Вт} = 15,43 \text{ кВт} - \text{насосна станція}$$

$$Q_{\text{зв ст}} = \frac{53,52}{0,82} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 2806 \text{ Вт} = 2,81 \text{ кВт} - \text{прохідна}$$

Розрахункова площа стелі:

$$F_{\text{ст}} = 113,3 \text{ м}^2 - \text{прибудова (А2 - 1)}$$

$$F_{\text{ст}} = 222,4 \text{ м}^2 - \text{насосна станція}$$

$$F_{\text{ст}} = 23,1 \text{ м}^2 - \text{прохідна}$$

Приведений опір теплопередачі стелі будівлі:

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,025}{0,17} + \frac{0,2}{0,13} + \frac{1}{23} = 1,96 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Тепловтрати крізь стелю:

$$Q_{\text{стл}} = \frac{113,3}{1,96} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 2485,66 \text{ Вт} \\ = 2,49 \text{ кВт} - \text{прибудова (А2 - 1)}$$

$$Q_{\text{стл}} = \frac{222,4}{1,96} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 4879,18 \text{ Вт} = 4,88 \text{ кВт} - \text{насосна станція}$$

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						52

$$Q_{\text{стл}} = \frac{23,1}{1,96} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 506,79 \text{ Вт} = 0,51 \text{ кВт} - \text{прохідна}$$

Термічний опір теплопередачі шарів підлоги на ґрунті:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,025}{1,1} = 0,14 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Термічний опір теплопередачі підлоги над неопалювальним підвалом:

$$R_{\Sigma \text{ пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{1}{23} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,2}{0,13} + \frac{0,025}{1,1} = 1,83 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$$

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі (неутеплені підлоги)

$$Q_0 = \frac{96,8}{1,83} \cdot (14 - (-25)) \cdot 1 = 2063 \text{ Вт} \\ = 2,06 \text{ кВт} - \text{насосний зал підвального поверху}$$

$$Q_0 = \frac{125,6}{1,83} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 2951 \text{ Вт} = 2,95 \text{ кВт} - \text{насосна станція}$$

$$Q_0 = \frac{113,3}{1,83} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 2662 \text{ Вт} = 2,66 \text{ кВт} - \text{прибудова (А2 - 1)}$$

$$Q_0 = \frac{23,1}{1,83} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 543 \text{ Вт} = 0,54 \text{ кВт} - \text{прохідна}$$

Розрахункова площа дверей/воріт:

$$F_{\text{дв}} = 1 \cdot (2 \cdot 0,8) = 1,8 \text{ м}^2 - \text{прибудова (А2 - 1)}$$

										Лист
										53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$$F_{дв} = 1 \cdot (0,9 \cdot 2) = 1,8 \text{ м}^2 - \text{насосна станція}$$

$$F_{дв} = 2 \cdot 0,9 = 1,8 \text{ м}^2 - \text{прохідна}$$

Тепловтрати крізь двері:

Приведений опір (дійсний опір) теплопередачі вхідних дверей будівлі:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,04}{0,41} + \frac{1}{23} = 0,26 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Приведений опір (дійсний опір) теплопередачі воріт будівлі:

$$R_{\Sigma пр} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,05}{0,41} + \frac{1}{23} = 0,28 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$Q_{з.д} = \frac{1,8}{0,26} \cdot (18 - (-22)) \cdot 1 =$$

$$= 276,92 \text{ Вт (насосна станція, прибудова (А2 - 1) та прохідна)}$$

Розрахункова площа віконних отворів:

$$1) F_{вік} = 4 \cdot (3 \cdot 2) = 24 \text{ м}^2 - \text{прибудова (А2 - 1)}$$

$$2) F_{вік} = 10 \cdot (3 \cdot 2) = 60 \text{ м}^2 - \text{насосна станція}$$

$$3) F_{вік} = 4 \cdot (1,5 \cdot 1,5) = 9 \text{ м}^2 - \text{прохідна}$$

Тепловтрати крізь вікна:

Приведений опір теплопередачі вікон будівлі становить

									Лист
									54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$R_{\Sigma \text{пр}} = 0,7 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

$$Q_{\text{вiк}} = \frac{24}{0,7} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 1\,474,28 \text{ Вт} = 1,47 \text{ кВт} - \text{прибудова (A2 - 1)}$$

$$Q_{\text{вiк}} = \frac{60}{0,7} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 3\,685,71 \text{ Вт} = 3,69 \text{ кВт} - \text{насосна станція}$$

$$Q_{\text{вiк}} = \frac{9}{0,7} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 552,85 \text{ Вт} = 0,55 \text{ кВт} - \text{прохідна}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи:

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot G_{\text{н.вкн}} \cdot F_{\text{вкн}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}}) \cdot n_{\text{в}} = 0,28 \cdot 6 \cdot 84 \cdot 1,005 \cdot (18 - (-25)) \\ = 6\,098,5 \text{ Вт} = 6,09 \text{ кВт (прибудова (A2 - 1) та насосна станція)}$$

$$Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot G_{\text{н.вкн}} \cdot F_{\text{вкн}} \cdot c \cdot (t_{\text{в}} - t_{\text{з.р}}) \cdot n_{\text{в}} = 0,28 \cdot 6 \cdot 9 \cdot 1,005 \cdot (18 - (-25)) \\ = 653,41 \text{ Вт} = 0,65 \text{ кВт} - \text{прохідна}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через відкриті двері:

$$G_{\text{вр}} = 0,9 \cdot 2 \cdot \left[0,33 \cdot 0,8 \cdot \left(9,81 \cdot 2 \cdot \frac{0,05}{1,25} \right) \cdot 0,5 + 0,125 \cdot 2 \right] \cdot 1,25 \\ = 0,79 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \text{ приб2}$$

$$G_{\text{вр}} = 0,79 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \text{ насосна станція}$$

$$G_{\text{вр}} = 0,79 \frac{\text{кг}}{\text{с}} \text{ прохідна}$$

						Лист
						55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\rho_c = \frac{353}{[273 + 0,5 \cdot (18 - 1,4)]} = 1,25 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

$$\Delta\rho = 1,3 - 1,25 = 0,05 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Теплова потужність, яка необхідна для нагріву повітря, що вривається у ворота без повітряної завіси, знаходиться за формулою:

$$Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} = 0,79 \cdot 1,005 \cdot (18 - (-25)) \cdot \frac{9}{60} = 5121 \text{ Вт}$$

$$= 5,12 \text{ кВт} - \text{прибудова (А2 - 1)}$$

$$Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} = 5,12 \text{ кВт} - \text{насосна станція}$$

$$Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} = 0,79 \cdot 1,005 \cdot (18 - (-25)) \cdot \frac{5}{60} = 2833 \text{ Вт} = 2,83 \text{ кВт} - \text{прохідна}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність воріт/дверей:

$$G_{\text{з,д}} = 0,005 \cdot 7,8 \cdot 0,8 \cdot 1,3 \cdot 3600 = 146,02 \frac{\text{кг}}{\text{год}} - \text{прибудова (А2 - 1)}$$

$$Q_{\text{з,д}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 146,02 \cdot 1,005 \cdot (18 - (-25)) = 1\,766,87 \text{ Вт}$$

$$= 1,77 \text{ кВт} - \text{прибудова (А2 - 1)}$$

$$Q_{\text{з,д}}^{\text{інф}} = 1,77 \text{ кВт} - \text{насосна станція}; Q_{\text{з,д}}^{\text{інф}} = 1,77 \text{ кВт} - \text{прохідна}$$

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря:

						Лист
						56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$\sum Q_{\text{інф}} = Q_{\text{вкн}}^{\text{інф}} + Q_{\text{вр}}^{\text{інф}} + Q_{\text{з.д}}^{\text{інф}}$$

$$\begin{aligned} \sum Q_{\text{інф}} &= 6\,098,5 + 653,41 + 5121 + 5121 + 2833 + 1\,766,87 + 1\,766,87 \\ &+ 1\,766,87 = 25127,52 \text{ Вт} = 25,13 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Розподіл розрахункових теплових втрат через будівельні конструкції будівлі та інфільтрацію наведено у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Структура теплових втрат будівельних конструкцій

	Втрати теплоти, кВт	%
Стіни	26,23	35
Стеля	7,88	11
Вікна	5,71	8
Двері	0,83	1
Підлога	8,21	11
Інфільтрація	25,13	34
Разом	73,99	100

3.2.2 Розрахунок теплонадходжень

Теплонадходження від людей:

$$Q_{\text{л}} = 133 \cdot 4 = 532 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від джерел освітлення:

$$Q_{\text{л}} = \left(200 \cdot 0,5 \cdot 8 \cdot \frac{600}{60} \right) + \left(100 \cdot 0,5 \cdot 5 \cdot \frac{600}{60} \right) = 10500 \text{ Вт} = 10,5 \text{ кВт}$$

						Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Теплонадходження від сонячної радіації:

$$Q_{\text{л}} = 250 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 0,6 + 100 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 0,6 = 8820 \text{ Вт} = 8,82 \text{ кВт}$$

Сумарні теплонадходження:

$$Q_{\text{тн}} = 532 + 10500 + 8820 = 19852 \text{ Вт} = 19,85 \text{ кВт}$$

3.3.3 Розрахунок теплової потужності всієї будівлі

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

$$\Delta Q = 73991 - 19852 = 54139 \text{ Вт} = 54,14 \text{ кВт}$$

						Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

паралельного використання як у системах резервного так і поточного електрозабезпечення одночасно. Зважаючи на величину поточних тарифів оплати за електроенергію, розрахунки показують, що простий термін окупності впровадження зазначених систем може становити 4...6 років. Окрім того, не слід нехтувати супутніми ефектами: зменшення «вуглецевого сліду» енергетики, зменшення теплового забруднення, зниження рівня інших забруднювачів навколишнього середовища у місцях генерації електроенергії [5].

4.1 Техніко-економічне обґрунтування

4.1.1 Оцінка потенціалу сонячного випромінювання

Результати обробки масиву статистичних даних функціонування сонячних електростанцій в кліматичних умовах м. Суми за останні 6 років наведено у таблиці 4.1. За проведеною вибіркою, розташування сонячних панелей відносно сторін горизонту, кута нахилу панелей відповідає рекомендаціям, вказаним у нормативній та довідковій літературі щодо встановлення панелей у географічних умовах м. Суми. Осереднення показника питомої генерації електричної енергії, віднесеного до 1 кВт установленної потужності P_y , за місяцями року виконано за фактичними даними, які враховують деградацію матеріалу сонячних панелей, сумарний коефіцієнт корисної дії всіх складових обладнання сонячної електричної станції та вплив на процес генерації кліматичних і погодних умов. Розрахунок проведено для кожного місяця року [5].

Розрахунок виконано за виразом :

$$\rho_n = A_n / P_y ,$$

де: ρ_n - питомий показник генерації, кВт*год/кВт,

A_n – обсяг сонячної генерації електростанцією за місяць n , кВт*год,

n – місяць року.

										Лист
										60
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Таблиця 4.5 - Розрахунковий профіль добової генерації електроенергії, приведений до 1 кВт установленної потужності сонячної електростанції (для умов м. Суми) у квітні місяці.

ГОДИ ни, <i>i</i>	6.00	7.00	8.00	9.0 0	10. 00	11.0 0	12.0 0	13. 00	14. 00	15. 00	16. 00	17.0 0	18. 00	19. 00	20. 00
Пот ужн ген, $P_{ген.}$ <i>факт i</i> , кВт	0,00 72	0,08 52	0,30 16	0,5 43	0,6 95	0,89 43	0,91 42	0,8 34	0,8 95	0,6 05	0,5 96	0,43 79	0,0 82	0,0 21	-

Таблиця 4.6 - Розрахунковий профіль добової генерації електроенергії, приведений до 1 кВт установленної потужності сонячної електростанції (для умов м. Суми) у травні місяці

ГОДИ ни, <i>i</i>	5.00	6.0 0	7.0 0	8.0 0	9.0 0	10. 00	11. 00	12. 00	13. 00	14. 00	15. 00	16. 00	17. 00	18. 00	19. 00	20.0 0
Поту жн. ген, $P_{ген.}$ <i>факт i</i> , кВт	0,00 68	0,0 45	0,1 82	0,3 27	0,7 31	0,8 37	1,0 2	1,0 2	1,0 2	0,9 1	0,9 03	0,7 9	0,5 42	0,3 04	0,1 52	0,00 64

Таблиця 4.7 - Розрахунковий профіль добової генерації електроенергії, приведений до 1 кВт установленної потужності сонячної електростанції (для умов м. Суми) у червні місяці

ГОДИ ни, <i>i</i>	5.00	6.00	7.0 0	8.0 0	9.0 0	10. 00	11. 00	12. 00	13. 00	14. 00	15. 00	16. 00	17. 00	18. 00	19.0 0	20.0 0
Поту жн. ген, $P_{ген.}$ <i>факт i</i> , кВт	0,00 69	0,03 69	0,1 66	0,4 02	0,6 08	0,8 20	0,9 5	1,0 2	1,0 3	1,0 6	0,9 0	0,8 0	0,5 5	0,2 78	0,00 64	0,00 43

Таблиця 4.8 - Розрахунковий профіль добової генерації електроенергії, приведений до 1 кВт установленної потужності сонячної електростанції (для умов м. Суми) у липні місяці

ГОДИНИ, i	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00
Потужн. ген, $P_{ген. факт\ i}$, кВт	0,0103	0,0342	0,175	0,348	0,55	0,713	0,83	0,91	1,02	0,443	0,879	0,689	0,229	0,267	0,018	0,035

Таблиця 4.9 - Розрахунковий профіль добової генерації електроенергії, приведений до 1 кВт установленної потужності сонячної електростанції (для умов м. Суми) у серпні місяці

ГОДИНИ, i	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00
Потужн. ген, $P_{ген. факт\ i}$, кВт	0,0028	0,020	0,091	0,338	0,595	0,320	0,380	0,571	0,891	0,423

ГОДИНИ, i	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00	21.00
Потужн. ген, $P_{ген. факт\ i}$, кВт	0,719	0,593	0,394	0,242	0,018	0,035	0,0063

Таблиця 4.10 - Розрахунковий профіль добової генерації електроенергії, приведений до 1 кВт установленної потужності сонячної електростанції (для умов м. Суми) у вересні місяці

ГОДИ ни, <i>i</i>	5.0 0	6.00	7.00	8.00	9.0 0	10. 00	11. 00	12. 00	13. 00	14. 00	15. 00	16. 00	17. 00	18. 00	19.0 0	20. 00
Потужн. ген, <i>P_{ген.}</i> факт <i>i</i> , кВт	-	0,00 65	0,01 38	0,01 98	0,2 03	0,7 34	0,4 77	0,7 32	0,8 13	0,9 31	0,1 86	0,1 02	0,0 68	0,0 28	0,00 29	-

Таблиця 4.11 - Розрахунковий профіль добової генерації електроенергії, приведений до 1 кВт установленної потужності сонячної електростанції (для умов м. Суми) у жовтні місяці

ГОДИН и, <i>i</i>	5.0 0	6.00	7.00	8.00	9.00	10.0 0	11.0 0	12.0 0	13.0 0	14.0 0	15.0 0	16.0 0	17.0 0	18.0 0
Потужн. ген, <i>P_{ген.}</i> факт <i>i</i> , кВт	-	0,00 19	0,22 7	0,44 7	0,62 5	0,76 1	0,94 0	0,91	0,77 2	0,61 7	0,36 7	0,13 1	0,00 46	-

Таблиця 4.12 - Розрахунковий профіль добової генерації електроенергії, приведений до 1 кВт установленної потужності сонячної електростанції (для умов м. Суми) у листопаді місяці

ГОДИН и, <i>i</i>	5.0 0	6.00	7.00	8.00	9.00	10.0 0	11.0 0	12.0 0	13.0 0	14.0 0	15.0 0	16.0 0
Потужн. ген, <i>P_{ген.}</i> факт <i>i</i> , кВт	-	0,10 5	0,10 1	0,19 7	0,38 5	0,12 1	0,10 2	0,07 8	0,03 5	0,02 3	0,00 26	-

Зважаючи на результати аналізу особливостей технічного облаштування, існуючих схем електроживлення струмоприймачів, географічне розташування та логістичні умови, вважається доцільним розглядати розташування сонячних електростанцій на території Пришибської ВНС м. Суми. Там є достатньо площі для розташування поля сонячних панелей необхідної сумарної електричної потужності, а також необхідне електротехнічне обладнання для комутації інверторів сонячної електростанції, систем накопичення електроенергії зі струмоприймачами ВНС [5]. Технологічні можливості живлення відокремлених від мережі водопостачання та РЧВ водоспоживачів безпосередньо від свердловини, облаштовані точки наповнення пересувних резервуарів (автоцистерн), можливості організації водопостачання у разі повної зупинки ВНС через відсутність електроживлення від електричних мереж, важких аварій у системі водовідведення або водопостачання міста вказують на доцільність вибору саме такого варіанту [5].

Виходячи з технічної та економічної доцільності розглядається декілька варіантів побудови сонячних електростанцій на запропонованих ВНС [6].

Варіант 1. Побудова сонячної гібридної станції:

Сонячна гібридна станція номінальною електричною потужністю інвертора «постійний струм- змінний струм» $P = 120$ кВт, з системою накопичення електроенергії і її перетворення потужністю 120 кВт [6]. Процес накопичення електроенергії до повного заряду акумуляторних батарей повинен проходити протягом 4-х годин за умови функціонування сонячної електростанції у період року: друга половина березня – жовтень.

Станція повинна комутувати зі струмоприймачами ВНС: свердловини 11А, 8А, насосного обладнання II підйому, струмоприймачів «власних потреб» ВНС.

За цим варіантом необхідно передбачити оснащення системи електроживлення пристроями частотного регулювання швидкості обертання ротора насосного агрегату свердловини 11А, або пристроєм плавного пуску для

										Лист
										67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

зменшення пускового струму агрегату. Включення насосного агрегату свердловини 8А та насосного обладнання II підйому має бути можливим у разі відключення агрегату свердловини 11А і навпаки [4].

Зазначені показники установленої потужності електростанції визначено виходячи з наступних міркувань:

- потужність електроспоживання насосним агрегатом свердловини № 11А, яка задіяна у системі аварійного водопостачання, при його роботі у штатному (номінальному) режимі становить 37,5 кВт (визначено за результатами натурних інструментальних вимірів);
- за умови оснащення пускової апаратури насосних агрегатів ВНС пристроями плавного пуску, кратність зростання пускових струмів при включенні приводного двигуна становить 2,6...3 (визначено за результатами натурних інструментальних вимірів наявних на ВНС комутаційних пристроїв);
- обсяги генерації електроенергії у години максимальної інсоляції сонячною електростанцією не повинні перевищувати електроспоживання ВНС у цей час (для виключення «перетікань» електроенергії від мережі ВНС у мережі постачальника);
- необхідність забезпечення електроенергією мінімальних «власних» потреб ВНС.

Варіант 2. Побудова сонячної гібридної станції.

Сонячна гібридна станція номінальною електричною потужністю інвертора «постійний струм- змінний струм» $P = 120$ кВт, з системою накопичення електроенергії і її перетворення потужністю 120 кВт. Процес накопичення електроенергії до повного заряду акумуляторних батарей повинен проходити протягом 2-х годин за умови функціонування сонячної електростанції у період року: друга половина березня – жовтень.

Станція повинна комутувати зі струмоприймачами ВНС: свердловини 11А, струмоприймачів «власних потреб» ВНС.

									Лист
									68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

Вибрані показники установленної потужності електростанції визначено виходячи з міркувань, описаних у тексті опису варіанта 1.

Варіант 3. Побудова сонячної гібридної станції.

Сонячна гібридна станція номінальною електричною потужністю 3-х інверторів «постійний струм- змінний струм» по $P = 40$ кВт кожен, з системою накопичення електроенергії і її перетворення потужністю 123 кВт [5]. Процес накопичення електроенергії до повного заряду акумуляторних батарей повинен проходити протягом 4-х годин за умови функціонування сонячної електростанції у період року: друга половина березня – жовтень.

Станція повинна комутувати зі струмоприймачами ВНС: свердловини 11А, насосного обладнання II підйому, струмоприймачів «власних потреб» ВНС. Автоматизована система управління електроживленням повинна передбачати можливість паралельного електрозабезпечення струмоприймачів ВНС від електричних мереж та сонячної електростанції з накопичувачем електроенергії. Для цього необхідно облаштувати систему комутації, яка б забезпечувала у разі потреби живлення струмоприймачів та систему накопичення електроенергії гібридної станції від мереж АТ «Сумиобленерго» та ПАТ «Укренерго». У разі відсутності електроживлення від мережі та сонячної електростанції, алгоритм управління повинен забезпечити електроживлення від дизель-генератора з можливістю одночасного заряджання акумуляторних батарей.

За цим варіантом, при його реалізації, необхідно передбачити резервну систему живлення дизель-генератором для заряджання системи накопичення електроенергії, або живлення насосного агрегата свердловини № 11А, оснащення системи електроживлення пристроями частотного регулювання швидкості обертання ротора насосного агрегата свердловини 11А, або пристроєм плавного пуску для зменшення пускового струму агрегату.

Вибрані показники установленної потужності електростанції визначено виходячи з міркувань, описаних у тексті опису варіанта 1.

						Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4.3 Найбільш економічно ефективне рішення щодо впровадження сонячної генерації електроенергії для Пришибської ВНС

Основними вихідними даними для формування технічного рішення щодо впровадження сонячної генерації на Пришибській ВНС є показники електричної потужності струмоприймачів, які мають функціонувати у період відсутності мережевої електроенергії за умови аварійного живлення:

- заглибленого насосного агрегату свердловини № 11А – 37,5 кВт,
- інші струмоприймачі ВНС – 2,5 кВт.

Кількість годин неперервної повної відсутності мережевої електричної енергії – 2 години.

Протяжність безперервного забезпечення аварійного режиму функціонування струмоприймачів від накопичувача електроенергії сонячної станції - 2 години.

Протяжність періоду заряджання електричних накопичувачів після їх повного розряджання – 4 години.

Виконання таких умов має забезпечити гібридна сонячна електростанція за комплектації:

- Гібридні інвертори одиничної установленої електричної потужності 40 кВт – 3 штуки;
- Сонячні панелі установленою потужністю 145,75 кВт (265 панелей потужністю 0,55 кВт кожна);
- Накопичувачі електроенергії установленою потужністю 122,9 кВт*год (АКБ 24 штуки х 5,12 кВт*год кожна);
- Пристрої установки, комутації та кабелі з'єднання.

У такій комплектації електростанція може забезпечувати електроенергією у аварійних ситуаціях визначених струмоприймачів [6]. У штатному режимі функціонування ВНС згенерована електроенергія використовується у основних технологічних процесах і заміщує певні обсяги споживання електроенергії з мереж АТ «Сумиобленерго» та ПАТ «Укренерго». Розміщення вказаного

						Лист
						70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обладнання планується на площах земельної ділянки у межах визначеної території Пришибської ВНС.

Комутація описаної електростанції з іншими струмоприймачами ВНС може виконуватись через внутрішню електричну мережу ВНС. Зважаючи на те, що ВНС живиться від мереж двох постачальників і струмоприймачі роздільно приєднані до окремих вузлів обліку обсягів споживання електроенергії, необхідно у проєкті передбачити внутрішні з'єднання електромереж з метою повного використання обсягів електроенергії, виробленої сонячною електростанцією [5].

4.4 Показники ефективності будівництва сонячних електростанцій на Пришибському водозаборі КП «Міськводоканал»

Методика розрахунків [8].

Ефективність заходів розрахована за допомогою показників:

- чиста приведена вартість – NPV;
- внутрішня норма дохідності – IRR;
- дисконтований період окупності проєкту – DPP;
- індекс прибутковості – PI.

Чиста приведена вартість (NPV) – це різниця між сумою дисконтованих чистих вхідних потоків коштів (доходів) за період реалізації інвестиційного проєкту та сумою дисконтованих інвестиційних витрат, необхідних для реалізації цього проєкту. Чиста приведена вартість (NPV) розраховується за формулою:

$$NPV = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k} \quad (4.1)$$

де n – термін реалізації проєкту;

						Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

CF_k – чистий вхідний потік коштів (доходи) у k -му році;

r – ставка дисконту;

I_k – інвестиційні витрати у k -му році;

k – порядковий номер року від початку реалізації проекту;

NPV – це різниця між сумою дисконтованих чистих вхідних потоків коштів (доходів) за період реалізації інвестиційного проекту та сумою дисконтованих інвестиційних витрат, необхідних для реалізації цього проекту.

Внутрішня норма дохідності (IRR) – таке значення ставки дисконтування, при якому сума дисконтованих інвестиційних витрат дорівнює сумі дисконтованих чистих вхідних потоків коштів (доходів), або значення показника дисконту, при якому NPV проекту дорівнює нулю [8].

Внутрішня норма дохідності (IRR) розраховується за формулою:

$$IRR = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+IRR)^k} - \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+IRR)^k} = 0 \quad (4.2)$$

де n – термін реалізації проекту;

CF_k – чистий вхідний потік коштів (доходи) у k -му році;

r – ставка дисконту;

I_k – інвестиційні витрати у k -му році;

k – порядковий номер року від початку реалізації проекту;

На практиці визначення IRR здійснюється за формулою:

$$IRR = A + a(B - A)/(a - b) \quad (4.3)$$

де A – величина ставки дисконту, при якій NPV позитивна;

B – величина ставки дисконту, при якій NPV негативна;

					Лист
					72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

a – величина позитивної NPV при величині ставки дисконту A;

b – величина негативної NPV при величині ставки дисконту B.

Дисконтований період окупності (DPP) – розраховується як строк до моменту виконання цієї рівності:

$$\sum_{k=1}^{DPP} \frac{CF_k}{(1+r)^k} = \sum_{k=1}^{DPP} \frac{I_k}{(1+r)^k} = 0 \quad (4.4)$$

Індекс прибутковості (PI) – це частка від поділу суми дисконтованих чистих вхідних потоків коштів (доходів) за період реалізації проекту на суму дисконтованих інвестиційних витрат, необхідних для реалізації цього проекту.

$$PI = \sum_{k=1}^n \frac{CF_k}{(1+r)^k} / \sum_{k=1}^n \frac{I_k}{(1+r)^k} \quad (4.5)$$

Витратна частина проекту складається з вартості обладнання, пусконаладжувальних робіт, проектування та експлуатаційних витрат.

Дохідна частина проекту визначається як економія за рахунок скорочення закупівлі електроенергії КП «Міськводоканал» СМР для живлення обладнання водозаборів у зв'язку із використанням для даних потреб сонячної енергії.

Вартість обладнання та робіт щодо його інсталяції надано постачальником обладнання та надавачем послуг з встановлення та обслуговування сонячних електростанцій.

Річна амортизаційна вартість протягом всього терміну використання обладнання розрахована прямолінійним методом [8].

Горизонт планування складає 25 років.

Ставка дисконту складає 17%, що відповідає альтернативній вартості розміщення коштів на банківському довгостроковому депозиті.

В таблицях 4.15 – 4.17 наведені результати розрахунків економічних показників будівництва сонячних електростанцій.

						Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Продовження таблиці 4.16

Доходи/економія від проекту	
Компенсація власного споживання, МВт*год	0,12
Тариф на електроенергію, тис. грн/МВт*год	2,05
Компенсація власного споживання, тис. грн	2152,00

4.4.1 Розрахуємо показники економічної ефективності за проектом

Період окупності:

$$T_{OK} = \frac{I_0}{B}$$

$$T_{OK} = \frac{7822}{2152} = 3,6 \text{ років}$$

Чиста приведена вартість (NPV):

Візьмемо однакову чисту економію, яку ми будемо отримувати протягом 10 років.

$$NPV = B \frac{1 - (1 + r)^{-t}}{r} - I_0$$

$$NPV = 2152 \cdot \frac{1 - (1 + 0.17)^{-25}}{0.17} - 7822 = 4587$$

Внутрішня норма дохідності (IRR):

					Лист
					75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

$$IRR = 0,17 + 4587 \cdot \frac{0,3 - 0,17}{4586,93 + 658,83} = 0,31 \text{ або } 31\%$$

Індекс прибутковості (PI):

$$PI = \frac{4587}{7822} = 0,6$$

Таблиця 4.17 - Показники економічної ефективності за проектом

Чиста приведена вартість (NPV), тис. грн	4587
Період окупності, роки	3,6
Внутрішня норма доходності (IRR), %	31
Індекс прибутковості (PI)	0,6
Вирівняна вартість енергії (LCOE), грн/кВт	2,59

Таблиця 4.18 – Визначення дисконтованого періоду окупності (E = 0,17)

Рік	Рух коштів в банку, тис. грн	Економія (надходження), тис. грн	Повернення відсотків кредиту, тис.грн, 0,17	Експлуатаційні витрати, грн	Всього затрати, тис.грн	Залишок прибутку, тис.грн
1	2	3	4	5	6	7
1	- 7822	2152	1330	46	1376	776
2	-7046	2152	1198	46	1244	908
1	-6138	2152	1044	46	1090	1062
4	-5076	2152	863	46	909	1243
5	-3803	2152	647	46	693	1459
6	-2344	2152	399	46	445	1707
7	-637	2152	108	46	154	1998
8	1361	2152	-	46	46	2106
...
25	37163	2152	-	46	46	2106

Строк окупності капітальних вкладень (з урахуванням дисконту) 7 років 4 місяці.

										Лист
										76
Изм.	Лист	№ докум.	Підпись	Дата						

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Основні ізолювальні електрозахисні засоби для роботи в електроустановках. Правила користування та терміни випробувань [1].

Ізолювальні електрозахисні засоби поділяються на основні і додаткові [1].

До основних ізолювальних електрозахисних засобів, які повинні застосовуватись в електроустановках до 1000 В включно, відносяться [20]:

- ізолювальні штанги - використовуються в установках високої напруги для вмикання і вимикання роз'єднувачів, що не мають приводи або при виході з ладу для накладення заземлення.;
- ізолювальні кліщі - застосовують головною чином для захисту під напругою трубчастих запобіжників в електроустановках до 35 кВ включно. Працювати з кліщами потрібно в діелектричних рукавичках і ботах, стоячи на ізолюючій основі, а також у захисних окулярах;
- переносні покажчики напруги - використовуються для перевірки наявності напруги. Вони бувають високої і низької напруги. Користуватися покажчиками потрібно в діелектричних рукавичках. На відкритому повітрі ними можна користуватися лише в суху погоду;
- діелектричні рукавички і рукавиці - застосовують в електроустановках напругою до 1000 В, є основними захисними засобами, а в установках вище 1000 В – додатковими;
- діелектричні боти і калоші - є додатковими захисними засобами в електроустановках. Боти застосовуються при роботі в електроустановках високої та низької напруги, а калоші – в електроустановках до 1000 В. Діелектричні боти та калоші відрізняються від звичайних тим, що зовнішня поверхня їх не покрита лаком, а внутрішня – вкрита міцною підкладкою із матерії, що захищає їх від ушкодження взуттям. Боти і калоші повинні періодично випробовуватися підвищеною напругою;

									Лист
									77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

- ізолюючі гумові килимки і доріжки - служать додатковими захисними засобами при роботі в електроустановках будь-якої напруги. Вони виготовляються з гуми товщиною 5...7 мм із рифленою поверхнею. Розмір ковбика – не менше 75×75 см, ширина доріжки – не менше 75 см;
- ізолюючі підставки - є додатковими захисними засобами для електроустановок усіх напруг. Вони виготовляються із сухих дощок на ізолюючих порцелянових ніжках. Розмір підставки – не менше 75×75 см і не більш 150×150 см [20].

Додаткові електрозахисні засоби, які повинні застосовуватись в електроустановках до 1000 В включно, відносяться:

- ізолювальні ковпаки;
- сигналізатори напруги;
- захисні огороження (щити, ширми);
- переносні заземлення;
- плакати і знаки безпеки;
- інші засоби захисту.

Також в електроустановках повинні застосовуватись такі ЗІЗ [20]:

- захисні каски – для захисту голови;
- захисні окуляри і щитки – для захисту очей і обличчя;
- протигази і респіратори – для захисту органів дихання;
- рукавиці – для захисту рук;
- запобіжні пояси та страхувальні канати.

В таблицях 5.1 і 5.2 наведено перелік деяких основних і додаткових електрозахисних засобів в залежності від величини напруги електроустановки.

						Лист
						78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

У разі застосування основних ізолювальних електрозахисних засобів достатньо використовувати один додатковий засіб, крім випадків, що обумовлені Правилами. У разі необхідності захисту працівника від напруги кроку дозволяється використовувати діелектричне взуття без застосування основних засобів захисту [1].

Відповідальність за забезпечення працівників ЗІЗ:

Працівників, які обслуговують електроустановки, необхідно забезпечити усіма необхідними засобами захисту, навчити правилам користування цими засобами і зобов'язати застосовувати їх для створення безпечних умов праці.

Відповідальність за своєчасне забезпечення працівників і комплектування електроустановок випробуваними засобами захисту відповідно до норм комплектування, організацію належних умов зберігання, створення необхідного запасу, своєчасне проведення періодичних оглядів і випробувань, вилучення непридатних засобів і за організацію обліку їх несе власник цих засобів [18].

Розміщення і зберігання ЗІЗ:

Засоби захисту необхідно розміщувати як інвентарні в приміщеннях електроустановок (в РУ, цехах електростанцій, на трансформаторних підстанціях, в розподільних пунктах тощо) або на складі інвентарного майна оперативно-виїзних бригад, бригад експлуатаційного обслуговування, пересувних високовольтних лабораторій тощо.

Засоби захисту можуть також видаватись для індивідуального користування.

В підрозділах підприємств і організацій, які застосовують засоби захисту, необхідно вести «Журнал обліку та зберігання засобів захисту».

Випробування ЗІЗ:

Електричні випробування електрозахисних засобів проводяться спеціально підготовленими працівниками. Кожний засіб захисту перед випробуваннями необхідно оглянути з метою перевірки розмірів, справності, комплектності, стану ізоляційної поверхні, наявності номера. Випробування

										Лист
										80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Перед кожним застосуванням в електроустановках показчики напруги їх справність необхідно перевіряти на струмовідних частинах, які завідомо перебувають під напругою, користуючись при цьому діелектричними рукавичками [1]. При перевірці справності однополюсних показчиків напруги забороняється застосовувати діелектричні рукавички, що обумовлюється конструкцією і принципом роботи цих показчиків.

При роботі на опорах застосовуються захисні пояси, монтерські кігті й окуляри.

Захисні пояси виготовляють із міцного матеріалу. Довжина паска 1100 мм, ширина не менше 1000 м, довжина ланцюга з карабіном 1500 мм. Перед кожним застосуванням їх оглядають, через кожні 6 міс. , випробують під вантажем 225 кг протягом 5 хв [18].

Монтерські кігті застосовуються при підйманні на дерев'яні опори, підлягають іспиту через кожні 5 місяців під навантаженням у 135 кг.

Монтерський інструмент є основним захисним засобом в електроустановках до 1000 В. Ручки монтерського інструменту виготовляють довжиною не менше 10 см з ізолюючого матеріалу, стійкого проти дії бензину, газу, олій та кислот.

Працювати з інструментом під напругою необхідно в діелектричних рукавичках і калошах.

Для захисту працівників під час виконання робіт в умовах електричного поля, параметри якого перевищують допустимі, застосовуються індивідуальні екранувальні комплекти одягу та екранувальні пристрої.

Вимоги щодо комплектування електроустановок електрозахисними засобами регламентуються НПАОП 40.1-1.07-01, НПАОП 0.00-4.26-96 «Положенням про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту, галузевими чинними нормативами тощо» [15].

						Лист
						82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання кваліфікаційної випускної роботи бакалавра було проведено енергетичне обстеження систем енергопостачання Пришибської водонасосної станції, що розташована за адресою м. Суми, вул. Пришибська. Енергетичне обстеження проводилося у декілька етапів. Під час першого етапу було проведено обстеження дійсного стану конструктивних елементів будівлі, а також системи тепло-, електро- та водопостачання. На другому етапі було зібрано необхідні дані і проведено інструментальне обстеження. Враховуючи той факт, що воно відбувалось майже у літній період, система теплопостачання не піддавалась інструментальному обстеженню. Проаналізувавши отримані дані, більшість з них відповідали параметрам нормативної документації.

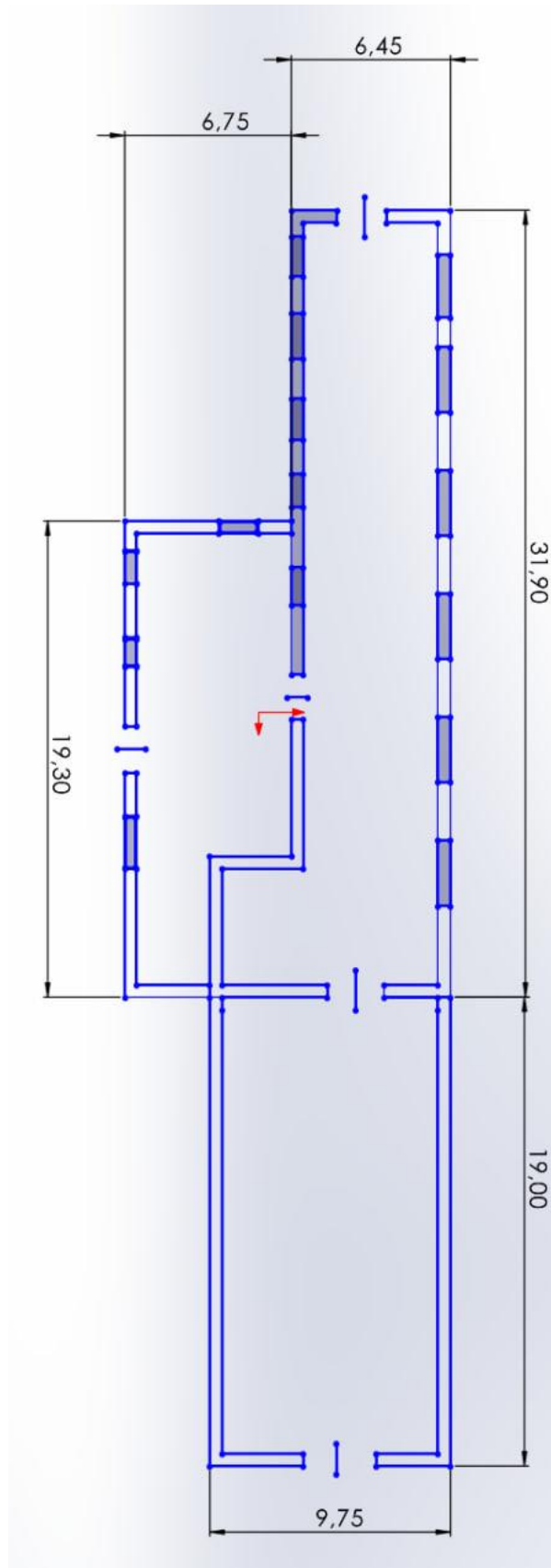
За результатами аналізу статистичних даних та проведених інструментальних вимірювань максимальна потужність електроспоживання струмоприймачами Пришибської ВНС у години максимальної інсоляції (близько 12...14 години дня) весняного та літнього періодів, які приєднані до мереж АТ «Сумиобленерго» становить 67 кВт, а які приєднані до мереж ПАТ «Укренерго»- 116 та 125 кВт. На території ВНС розташовані струмоприймачі, що приєднані до окремого вводу від АТ «Сумиобленерго» та до окремого вводу від ПАТ «Укренерго». Їх загальна електрична потужність споживання становить 183 кВт (67 + 116). Побудова сонячної електростанції, яка б заміщувала часткове споживання електричної енергії насосним агрегатом свердловини № 15А (з фактичною електричною потужністю споживання 125 кВт) наразі не можлива через віддаленість площадки розташування свердловини від основної території ВНС та обмеженість її площі для розташування потрібної кількості сонячних панелей. Звідси, встановлена максимальна електрична потужність сонячної електростанції для Пришибської ВНС не повинна перевищувати 183 кВт.

Виходячи з вище наведених обставин прийнято проектну максимальну електричну потужність генерації сонячної електростанції 120 кВт.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					84

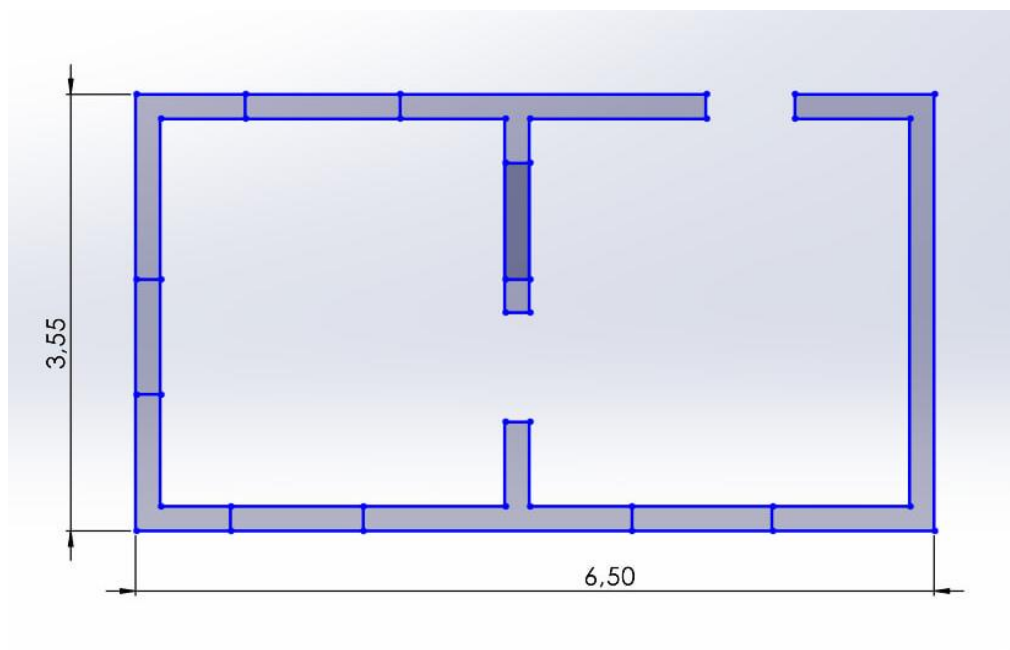
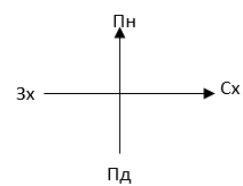
Додаток А

Схема насосної станції II-го підйому холодної води



Додаток Б

Схема прохідної



Додаток В

ПРОГРАМА

проходження переддипломної практики студента

Гришай Марина Олексіївна

П. І. П/б

Дата	Вид діяльності
08.04. 2024.	Оформлення документів на отримання доступу на місце переддипломної практики. Проходження інструктажів із техніки безпеки, охорони праці, протипожежної безпеки
09.04. 2024	Знайомство з місцем практики. Вивчення положення про його управління.
10.04- 17.04.2024	Збір відповідної інформації з характеристики об'єкта енергетичного обстеження за місцем практики
16.04.2024	Проведення інструментального обстеження
15.04-18.04 2024	Аналіз обстежуваної системи енергопостачання за місцем практики
22.04-13.04. 2024	Збір та аналіз обсягів енергоспоживання за місцем практики
24.04.2024	Збір вихідних даних щодо відповідних розрахунків за тематикою випускної роботи
25.04- 15.05.2024	Виконання розрахунків відповідно до тематики випускної роботи
25.04. 2024	Вивчення питання з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях за тематикою практики
16.05 - 20.05.2024	Опрацювання питань щодо запровадження можливих енергозбережних заходів на об'єкті за місцем практики
25.04 - 25.05.2024	Оформлення Звіту з проходження переддипломної практики та графічних матеріалів
26.05.2024	Доопрацювання зауважень
06.06.2024	Захист Звіту з проходження переддипломної практики

Студент

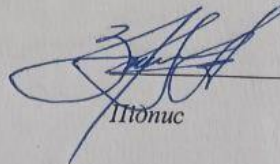


Підпис

Марина Гришай

ім'я та прізвище

Керівник практики



Підпис

Роман Зимоша

ім'я та прізвище

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Безпека під час використання електрозахисних засобів: консультація від Держпраці з працівниками закладів освіти [електронний ресурс] Режим посилання: <http://surl.li/tzyik>
2. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання. Зовнішні мережі і споруди. Основні положення проектування. Набрав чинності 01.01.2014. Вид. офіц. Київ : Державне підприємство “УкрНДІводоканалпроект“, 2014. – 168 с.
3. ДБН В.2.5-28:2018. Природне і штучне освітлення. Набрав чинності 03.01.2019. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2019. – 133 с.
4. ДСТУ 7503:2014 Геліоенергетика. Станції фотоелектричні. Терміни та визначення понять;
5. ДСТУ 4280:2004 Модулі сонячні фотоелектричні. Класифікація та основні параметри.
6. ДСТУ 8328:2015 Геліоенергетика. Модулі фотоелектричні. Загальні технічні вимоги.
7. ДСТУ 3569-97 Енергозбереження. Нетрадиційні та поновлювані джерела енергії. Основні положення.
8. Основи енергетичного менеджменту: конспект лекцій / укладач С. В. Сапожніков. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – 163 с
9. Практичний посібник з енергетичного аудиту промислових підприємств / за ред.: Н. Усенко, А. Чернявського. — Київ, 2022. — 279 с. — Режим доступу: <https://lib.sumdu.edu.ua/library/DocumentDescription?docid=USH.8487835>
10. Лічильник холодної води Powogaz JS-4,0 SMART+ Ду20 [електронний ресурс] Режим посилання: <https://boiler.ua/ua/schetchyk-kholodnoi-vody-powogaz-js-4-smart-c-du-20/>
11. Люкметр [електронний ресурс] Режим посилання: <https://electronoff.ua/good/lyuksmetr-voltcraft-ms-1300-001-50000-lx.php>

12. Лазерний пірометр [електронний ресурс] Режим посилання: <http://surl.li/tzuc>
13. Лічильник електроенергії однофазний НІК 2102-02 М2 [електронний ресурс] Режим посилання: <http://surl.li/tzyhz>
14. Методичні вказівки до виконання практичних занять, розрахункових та самостійної робіт із дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» / укладач С. С. Антоненко. – Суми : Сумський державний університет, 2023. – 72 с.
15. НПАОП 40.1-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів [електронний ресурс] Режим посилання: https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=21830
16. Прозорість та інформаційна відкритість підприємства. – Режим доступу: <https://vodokanal.sumy.ua/>.
17. Постанова "Про підготовку галузей національної економіки до сталого функціонування в осінньо-зимовий період 1999/2000 року" від 3 червня 1999 р. № 949 [електронний ресурс] Режим посилання: <https://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?page=1&nreg=z0175-00#Text>
18. Правила експлуатації електрозахисних засобів – застосування засобів [електронний ресурс] Режим посилання: <https://leg.co.ua/knigi/pravila/pravila-ekspuataciyi-elektrozahisnih-zasobiv-27.htm>
19. Теплолічильник [електронний ресурс] Режим посилання: <https://tst-group.com.ua/ua/g110679177-lichilniki-tepla/p1713684942-teploschetchik-apator-lqm>
20. Система електрозахисних засобів [електронний ресурс] Режим посилання: <https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/1120.html>
21. Тепловізор [електронний ресурс] Режим посилання: <http://surl.li/tzusa>
22. Термогірометр [електронний ресурс] Режим посилання: <http://surl.li/tzusi>