

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)

_____ 2024 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
водяної станції Лепехівського водозабору м. Суми»

Здобувача(ки) групи ЕМ-01-2 ШЕВЧЕНКО А.В.
(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.

_____ Ангеліна ШЕВЧЕНКО
(підпис) (Ім'я та ПРІЗВИЩЕ здобувача)

Керівник д.т.н., проф. Микола СОТНИК _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, Ім'я та ПРІЗВИЩЕ) (підпис)

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 обстежувальної системи енергопостачання	до 10.15.2024	
5	Розробка можливих енергозберіжних 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	Допрацювання зауважень, перевірка на плагіат, рецензування	до 02.06.2024	
10	Захист роботи (період)	з 03.06.2024 до 09.06.2024	

Дата видачі завдання «08» квітня 2024р.

Студент _____
(підпис)

Ангеліна Шевченко
(ім. `я та прізвище)

Керівник роботи _____
(підпис)

Микола СОТНИК
(ім. `я та прізвище)

						Лист
						1
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: містить 57 сторінок, 9 рисунків, 13 таблиць, 1 додаток, 18 джерел

Графічні матеріали: схема території об'єкта – один аркуш формату А4х3

Мета роботи: здійснення енергоаудит системи енергозабезпечення будівлі, визначення реального стану зовнішніх огорожувальних конструкцій, дослідження обсягів споживання енергоресурсів, порівняння витрат та розрахунок тепловтрат для визначення базових величин енергопостачання.

Відповідно до поставленої мети були вирішені такі завдання:

- складання карт споживання енергетичних ресурсів об'єктом;
- визначення організаційно-технічних заходів, спрямованих на зниження витрати енергії;

Предметом дослідження є системи енергопостачання та енергоспоживання Лепехівського водозабору КП «Міськводоканал» СМР.

Об'єктом є Лепехівський водозабор та його системи енергозабезпечання.

Методи дослідження: аналіз споживання енергоносіїв та методи розрахунку енергозбережних заходів.

Ключові слова: енергетичне обстеження, енергозбережні заходи, енергопостачання, теплонадходження, опір теплопередачі,.

Тема роботи – «Підвищення енергоефективності функціонування водяної станції Лепехівського водозабору м. Суми»

									Лист
									2
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

ЗМІСТ

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН	2
РЕФЕРАТ	3
ЗМІСТ	4
ВСТУП.....	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТУ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ	7
1.1 Характеристика об’єкту енергообстеження	7
1.2 Опис дійсного стану будівлі	10
1.3 Характеристика систем енергопостачання	10
1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води.....	16
1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоресурсів	26
1.6 Висновки за розділом.....	28
2 ОПИС МЕТОДІВ ТА ПРИЛАДІВ ВИМІРЮВАННЯ.....	28
2.1 Опис методів та приладів вимірювання.....	28
3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ.....	33
3.1 Опис можливих енергозбережних заходів	33
3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозбережних заходів	37
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКИ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	Ошибка!
Закладка не определена.	
4.1. Пожежна профілактика при проектуванні і будівництві промислових підприємств.....	Ошибка! Закладка не определена.
4.2. Класифікація приміщень за ступенем пожежної небезпеки і вибухопожеженебезпеки.	Ошибка! Закладка не определена.
ВИСНОВКИ.....	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45
ДОДАТОК А.....	48

					6.144.11 ВР 00 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		<i>Шевченко</i>					
Перевірив		<i>Сотник</i>					
Н. Контр.		<i>Сотник</i>					
					Лит.	Лист	Листів
					3		
					СумДУ ЕМ-01-2		

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 [4].

Більш ніж 30 % загальних енерговитрат припадають саме на промисловий сектор, що є одним з основних споживачів енергоресурсів в Україні. При цьому ефективність використання енергії на виробництві залишається на низькому рівні, так як енергоємність ВВП України перевищує середнє світове значення удвічі, а аналогічне значення для країн-членів ЄС — у 3-4 рази. Щорічні втрати нашої держави через низьку енергоефективність економіки сягають більше мільярда до - ларів США. Підвищення енергоефективності зменшує загальні витрат підприємств на виробництво продукції, а отже знижує її собівартість. Разом з тим, енергоефективні технології сприяють збільшенню продуктивності виробництва, а також якості виробленої продукції. Все це безпосередньо впливає на конкурентоспроможність підприємств та підвищує експорт - ний потенціал окремих галузей. Для того, щоб визначити доцільні для впровадження енергоефективні заходи, які б впливали на конкурентоспроможність виробництва, необхідно проводити всебічний аналіз енергоспоживання підприємства [4].

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 [4].

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

						Лист
						4
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

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.

Мета та призначення представленого енергетичного обстеження: дослідження реального стану споживання енергоносіїв Лепехівської ВНС КП «Міськводоканал» СМР, що розташований за адресою: м. Суми, Білопільський шлях 9.

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 [5].

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 наразі є підвищення стійкості об'єктів шляхом гарантованого забезпечення електроживленням для виконання ними їх основних функцій у визначених межах [5].

									Лист
									5
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	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, Лепехівська 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 Лепехівська ВНС. Територія складається з таких будівель: насосна станція II-го підйому холодної води (разом з прибудовою), хлораторна, чергове приміщення, погріб, будинок РП, сарай, станція обеззалізнення, свердловини (15 шт.), вбиральня, огорожа, резервуари. З них опалюються насосна станція II-го підйому та чергове приміщення.

Технічні характеристики будівлі насосної станції II-го підйому такі:

- рік побудови1975 рік;
- кількість поверхів.....1 пов.;
- опалювальна площа.....162,3 м²;
- площа забудови.....162,3 м²;
- основна площа будівлі.....103 м²;
- допоміжна площа будівлі.....59,3 м²;

Технічні характеристики будівлі чергового приміщення такі:

- рік побудови1975 рік;

	•	кількість поверхів.....	1 пов.;	Лист
							6
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

- опалювальна площа.....81,7 м²;
- площа забудови.....81,7 м²;
- основна площа будівлі.....57 м²;
- допоміжна площа будівлі.....24,7 м²;

Лепехівський водозабір розташований у західній 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.

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

№ з.п	№ сверд п.п.	Геол. індекс	Глибина буріння, м	Рік буд-ва	Марка насосу	Устан. потужність ел.двиг., кВт	Подача (потужн.), тис.м ³ /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

							Лист
							7
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			

6	13	K2	521	1975	ЕЦВ 10x63x110	32	-
7	14	K2	100	1972	ЕЦВ 10x63x65	18,5	1,51
8	15	K2	510	1974	ЕЦВ 10x63x65	18,5	-
9	15А	K1-2	536	1993	GDB 2.07.1	132	4,32
	16А	K1-2				-	-
		K1-2					

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.

Таблиця 1.2 – Основні технічні характеристики діючого насосного обладнання

II підйому Ленеківського водозабору					Лист Лист
Зм.	Лист	№ докум. № докум.	Підпис Підпис	Дата	8 ⁹

№ з.п.	Марка насосу	Дата вводу, рік	Подача, м ³ /годину	Напір, м	Устан. потужність двигуна, кВт
1	Willo SCP 200/460 HA	2021	750	65	160
2	АД 630х90-2	1998	630	90	250
3	ЦН 400х105	1989	400	96	200

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 Лепехівської ВНС виконаний з бетону. Для підвалу виритий котлован. Стіни підвалу – збірні бетонні блоки, стіни будівлі виконані з цегли на цементно-піщаному розчині, з внутрішньої сторони штукатурка. Плити перекриттів – залізобетонні. Перегородки – цегляні. Підлога – залізобетон, плитка. Стеля – залізобетон, керамзит та руберойд. Вікна по будівлі з пластикового профілю. Вхідні двері – дерев'яні. Вікна по будівлі з пластикового профілю. Вхідні двері – дерев'яні. Порухення в віконних конструкціях, фундаменті чи стелі не були виявлені.

1.3 Характеристика систем енергопостачання

										Лист
										10
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						

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 – чавунні радіатори. Теплова ізоляція відсутня.

Відпуск теплоти до будівлі здійснюється за температурним графіком 65/40°C. Розрахунковий перепад температур у системі опалення 10°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 400 мм. Тиск води на вході в будівлю $P_{хв}=2,8$ бар. Водовідведення в будівлі – централізоване.

Основними споживачами води на Лепехівській ВНС є працівники ВНС.

1.3.3 Система електропостачання

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.					Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	11

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 вентилязованого 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 газу, який спалюється котлом, здійснюється газовим лічильником Elster VK-G6(T), який встановлено на трубопроводах газового котла. Зняття показників лічильника виконується з вересня 2023 року щоденно [2].



Рис.1.1 – Газовий лічильник Elster VK-G6(T).

Діапазон робочих витрат: VK-G6-0,06–10м³/год;

Похибка вимірювання: в діапазоні від $Q_{xв.}$ до $0,1 Q_{ном.} \pm 3\%$;

в діапазоні від $0,1 Q_{ном.}$ до $Q_{макс.} \pm 1,5\%$;

Поріг чутливості: 0,008 м³/год з циклічним об'ємом 2 л і 0,01 м³/год;

Робочий тиск: 50 кПа;

Максимально допустимий тиск всередині корпусу: 50 кПа;

Втрата тиску: менше 200 Па;

Діапазон температури робочого середовища: від мінус 25 °С до плюс 40 °С;

Діапазон температури навколишнього середовища: від мінус 40 °С до плюс 55 °С.

						Лист
						12
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Облік споживання холодної води здійснюється за показниками лічильника холодної води Rowogaz JS-4,0 Ду20, встановленого у вузлі вводу будівлі. Зняття показань лічильника виконують з вересня 2023 року [8].



Рис.1.2 – Лічильник на холодну воду

Характеристики лічильника наведені у табл.1.3.

Таблиця 1.3 – Характеристики лічильника на холодну воду.

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	<u>для холодної води</u>

						Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

Тип лічильника	механічний (тахометричний)
Тип	крильчастий, сухохідний, одноструйний
Модифікація	промисловий
Матеріал корпусу	латунь
Комплектація	без штуцерів
Максимальний робочий тиск	16 bar
Максимальна температура	+50°C

Облік споживання електричної енергії здійснюється лічильником НІК 2303L АПЗ (рис. 1.3). Лічильник знаходиться в електрощитовій на вводі до будівлі.



Рис.1.3 – Електролічильник

Клас точності по активній енергії електролічильника = 1,0;

Чутливість по активній енергії електролічильника = 12,5mA;

$U_{ном}$ (фазна) = 3x230/400В;

						Лист
						14
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Наявність релейного виходу електролічильника – немає;
 Діапазон робочих температур від -35 до +70°C;
 Ступінь пиловологозахисту = IP54;
 Міжповірочний інтервал електролічильника 16 років.

1.3.3 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: 8, 42 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. 1.4 та на рис. 2.1

Таблиця 1.4 – Величина споживання тепла за 2021-2023 роки

Місяці	Споживання тепла, Гкал		
	2021	2022	2023
Січень	2,577	2,852	2,307
Лютий	2,420	2,348	2,055
Березень	1,990	1,587	1,671

Квітень	962	933	954
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	1,250	959	975
Грудень	1,371	1,900	1,065

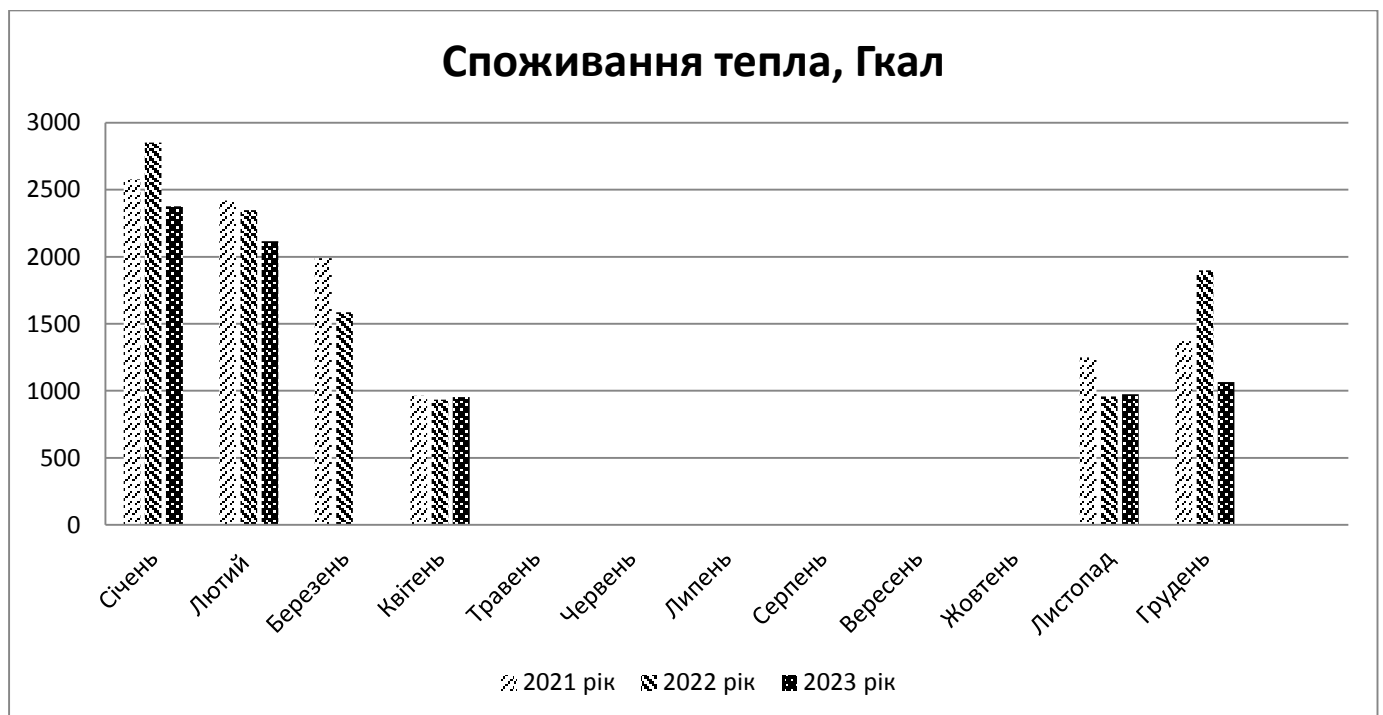


Рис.1.4 - Діаграма споживання теплової енергії за 2021-2023 роки.

Споживання тепла будівлею Лепехівської ВНС відбувається під час опалювального періоду, тепло на підігрівання води надається, так як гаряче водопостачання відсутнє. Тривалість опалювального періоду становить 6 місяців

					Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	16

Таблиця 1.8 – Величина споживання електроенергії за 2021-2023 роки

Місяці	Споживання електроенергії, кВт· год		
	2021	2022	2023
Січень	96,4	82,65	90,92
Лютий	91	81,7	89,87
Березень	92	78	85,8
Квітень	90,4	78,3	86,13
Травень	89,16	69,4	76,34
Червень	88	73	80,3
Липень	101	91	100,1
Серпень	102	94	103,4
Вересень	92	88,1	96,91
Жовтень	91,6	84	92,4
Листопад	94	85	93,5
Грудень	94,8	86	94,6

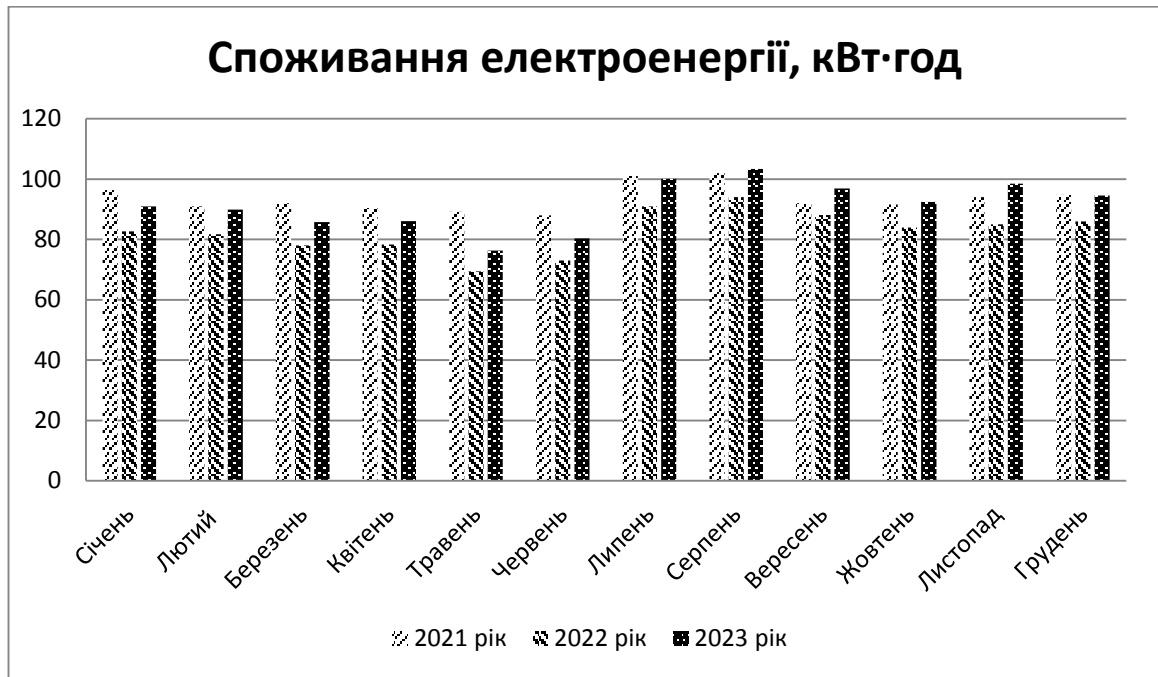


Рис.1.5 - Діаграма споживання електричної енергії насосним обладнанням Лепехівської ВНС за 2021-2023 роки.

Потужність електроспоживання струмоприймачами Лепехівської 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).

Потужність електроспоживання струмоприймачами Лепехівської 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).

					Лист
					20
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

1.4.3 Аналіз обсягів споживання води

водозабір розташований у західній частині міста. Забезпечує питною водою споживачів східної, південно-західної та частково правобережної 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.

Обсяги споживання води будівлею по місяцях за 2021, 2022 і 2023 роки наведено в таблиці 1.9, та на рисунку 1.6.

Таблиця 1.9 – Величина споживання води персоналом Лепехівської ВНС за 2021-2023 роки.

		Споживання води, м ³			
і с я щ і					
	9				
і ч е н ь					
ю т и й					
					Лист
					21
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

е р е з е н ь			
в і т е н ь			
р а в е н ь			
е р в е н ь			

И П е н ь			
е р п е н ь			
е р е с е н ь			
О В Т е Н ь			
И С Т			

О			
П			
а			
д			
р			
у			
д			
е			
н			
ь			
с			
ь			
о			
г			
о			



Рис.1.6 – Діаграма споживання води персоналом Лепехівської ВНС за 2021-2023 роки

1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоресурсів

1.5.1 Техніко-економічний аналіз споживання тепла

Т

е

х

н

$$q_{\text{буд}} = \frac{Q_{\text{оп}}}{V_{\text{буд}}^{\text{оп}}} \text{ кВт} \cdot \text{год}/\text{м}^3 \quad (1.1)$$

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

о

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

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

о

н

о - 2021 рік $Q_{\text{оп}} = 3592,5$ кВт·год

м - 2022 рік $Q_{\text{оп}} = 3542,96$ кВт·год

і - 2023 рік $Q_{\text{оп}} = 3232,9$ кВт·год

$$V_{\text{буд}}^{\text{оп}} = 394,86 \text{ м}^3$$

н

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

й

- 2021 рік $q_{\text{буд}} = 9,09$ кВт·год/м³ або 0,0078 Гкал/(м³·рік)

а - 2022 рік $q_{\text{буд}} = 8,97$ кВт·год/м³ або 0,0077 Гкал/(м³·рік)

н - 2023 рік $q_{\text{буд}} = 8,18$ кВт·год/м³ або 0,0070 Гкал/(м³·рік)

а

л

і						Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

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 $E_{max} = 0,039$ Гкал/(м³ · рік) на опалювальний період [7].

Порівняння нормованої величини тепловитрат і дійсних тепловитрат показує, що будівля відповідає вимогам чинної нормативної документації ($q_{буд} \leq E_{max}$), а тепло споживається у нормальній кількості [7].

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 промислового об'єкті на одну людину становить – 0,2 м³/добу. На ВНС знаходиться 4 працівника [3].

- 2021 рік $\left(\frac{56,3 \text{ м}^3}{4 \text{ прац}}\right) / 365 \text{ днів} = 0,038 \text{ м}^3/\text{добу}$;
- 2022 рік $\left(\frac{51,7 \text{ м}^3}{4 \text{ прац}}\right) / 365 \text{ днів} = 0,035 \text{ м}^3/\text{добу}$;
- 2023 рік $\left(\frac{60,8 \text{ м}^3}{4 \text{ прац}}\right) / 365 \text{ днів} = 0,042 \text{ м}^3/\text{добу}$.

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 електроенергії

						Лист
						24
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз графіків зміни витрат електроенергії насосними агрегатами по місяцям року показує відповідність потребам споживачів у водоспоживанні [3]. Нижче наведені сумарні кількості спожитої електроенергії по рокам:

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

1.6 Висновки за розділом

На основі попередніх розрахунків можна зробити висновок, що найбільше витрат йде на споживання електричної енергії. Тому, першочерговим напрямком впровадження енергозберігаючих заходів щодо економії витрат на експлуатацію електроприладів є заходи з раціонального використання електроенергії.

2 ОПИС МЕТОДІВ ТА ПРИЛАДІВ ВИМІРЮВАННЯ

2.1 Опис методів та приладів вимірювання

Під час проведення аудиту Лепехівської ВНС використовувались наступні вимірювальні прилади:

- вимірювальна рулетка;
- лазерний пірометр;

	— тепловізор;				Лист
					25
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

- люксметр;
- термогідрометр.

Оскільки енергетичний аудит проводився майже по закінченню опалювального сезону, то деякі вимірювальні прилади не використовувалися.

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

Для визначення температури в приміщенні та поза приміщеннями використовують термогігрометр з виносним датчиком Flus ET-951W (рис. 1.4). Його технічні характеристики наведені в таблиці 1.4.



Рисунок 2.1 - Термогігрометр Flus ET-951W

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики універсального вимірювача[14]

Одиниця вимірювання вологи	%			
Одиниця вимірювання температури	°C/°F			
Діапазон визначення точки роси	100 -35°C до +100°C -31°F до +212°F			
Діапазон вимірювання температури	-35°C до +100°C -31°F до +212°F			
Точність визначення точки роси	$\pm 1^{\circ}\text{C}/1.8^{\circ}\text{F}$			
(25°C, 40%~100% RH)				Лист
				26
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

Особливості даного термогідрометра[14]:

- Точне вимірювання температури і вологості.
- Визначення точки роси.
- Функція калібрування.
- Вибір одиниць вимірювання °C/°F.
- Запам'ятовування MAX, MIN, поточного значень.
- Інформативний LCD дисплей з підсвічуванням.

Температуру теплоносія в трубопроводах вимірюють лазерними пірометрами, такими як, наприклад, Venetech GT950 (рис.1.5)

Призначений для виконання безконтактного вимірювання температур поверхонь в діапазоні від -50°C до 950 °C, забезпечує тим самим безпеку контролю температур потенційно небезпечних об'єктів, наприклад, що знаходяться під високою напругою, частин машин, що рухаються, і механізмів, хімічно агресивних середовищ. Особливістю пірометра GT950 є кольорового висококонтрастного інверсного дисплея, круговий лазерний цілеуказатель і можливість корекції коефіцієнта випромінювальної здатності в діапазоні від 0,1 до 1, що дозволяє налаштувати пірометр для вимірювання температури різних поверхонь (як правило, корекція використовується при вимірюванні температури металевих поверхонь і їм подібних) [15].

Широкий діапазон вимірювань дозволяє мати йому безліч застосувань, оперативно та правильно визначити точку тепловтрати, зробити виміри біля віконних рам, в холодильних камерах, чи поруч з відкритим полум'ям.

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 рисунку 1.5 зображено лазерний пірометр, за допомогою якого

проводяться вимірювання.					Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	
					27



Рисунок 2.2 - Термодетектор Venetech GT950

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики лазерного пірометра[15].

Діапазон вимірювань, °С	-50...+950
Точність	±1,5 %
Робоча температура, °С	-10...+40
Допустима дистанція для вимірювання	до 5 м

Для визначення температури та стану огорожуючих конструкцій будівлі, місць втрат тепла, порушень роботи опалювальних приладів можна використовувати тепловізор Wintact WT3220 (рис. 1.6). Його основні характеристики наведені у табл. 1.6.

						Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		28



Рисунок 2.3 - Тепловізор Wintact WT3220

Таблиця 2.3 – Технічні характеристики тепловізора[13].

Температурний діапазон, °С	-20...+450
Точність вимірів	±2% (якщо більше 300, точність ±5%)
Теплова чутливість, °К	0,07
Робоча температура, °С	0...45

Даний тепловізор призначений для безконтактного визначення та розрахунків поточної температури поверхні, а також створення теплових образів об'єктів на основі температурних відмінностей їхніх ділянок. Прилад має функцію швидкого та точного візуального відображення температури досліджуваних об'єктів на дисплеї TFT[13].

Істотною перевагою цього тепловізора є можливість розгляду теплового зображення об'єкта на тлі його зображення у видимому світлі, причому глибину цього фону можна змінювати. Це значно полегшує аналіз та ідентифікацію як самого об'єкта, так і його значних ділянок.

Спеціально розроблений для застосування в жорстких промислових умовах цей високоточний радіометричний інструмент ідеальний для техобслуговування та налагодження електричних систем, електромеханічного та технологічного обладнання, систем кондиціонування та вентиляції та інших застосувань[13].

									Лист
									29
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					

3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ АНАЛІЗ УМОВ ЗАПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНИХ ЗАХОДІВ

3.1 Опис можливих енергозбережних заходів

						Лист
						30
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

На даний момент існує дуже багато енергозберігаючих заходів, які в цей час особливо потрібні.

Для збереження теплової енергії використовують різні види зовнішнього та внутрішнього утеплення стін будівель та замінюють старі віконні рами на нові.

Найпопулярнішими матеріалами, які використовують для зовнішнього утеплення, вважаються:

- Пінополістирол. Його перевагами можна назвати невелику вагу і вартість, мінімальний рівень вологопоглинання. Однак він не здатний витримувати дію прямих сонячних променів і високої температури, моментально руйнується під впливом розчинників і бензину. До того ж нерідко стає місцем поселення мишей. Через низький показник паропроникності пінополістирол не підійде для утеплення стіни з «дихаючого» матеріалу.
- Екструдований пінополістирол. Матеріал складається з гранул полістиролу з додаванням графіту, що робить його більш міцним, надає енергозберігаючі властивості. До його переваг відносять також екологічність, простоту монтажу та стійкість до механічного впливу. Це дозволяє використовувати екструдований пінополістирол 30 років і більше. Недоліки у нього такі ж, як і у звичайного пінополістиролу.
- Пінополіуретан. Матеріал з пінно-комірчастою структурою, який створюється з пластмас. Це робить його відмінним теплоізолятором. Високий рівень адгезії дозволяє використовувати його для створення герметичного покриття на будь-якій поверхні. Перевагами пінополіуретану називають стійкість до утворення грибка, підвищеної вологості та високих температур, високі звукоізоляційні властивості. Матеріал підходить для утеплення складних конструкцій і каркасних будинків завдяки монтажу за допомогою шланга і компресора. Саме необхідність використання додаткового обладнання і висока вартість матеріалу стали основними недоліками пінополіуретану.
- Кам'яна або базальтова вата, виготовлені з каменю гірських порід. Мінімальна щільність і волокниста структура матеріалу надають йому мінімальні показники теплопровідності. Але незважаючи на це, кам'яна вата стійка до

					Лист
					31
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

горіння і відрізняється здатністю «дихати». Завдяки високій паропроникності її можна використовувати при утепленні каркасного будинку. До недоліків даного виду утеплювача відносять необхідність створення вологозахисного шару і обов'язкової фіксації, а також незначний рівень міцності, тому з роками він починає руйнуватися.

- Спінений поліуретан. Використовується для ізоляції з напиленням або як плита і монтажна піна. Його не радять використовувати на мокрих фасадах, оскільки матеріал здатний легко відриватися.
- Ековата — складається з волокон целюлози. Застосовується для напилення на стіну з латами або для заповнення простору між облицюванням і стіною[17].

Утеплення будівель зсередини зустрічається рідше, тому що теплоізоляція може зменшити площу приміщення та доведеться витратити більше грошей на вентиляцію та на захист ізоляції від конденсату, який може виникнути в приміщенні якщо там погана вентиляційна система.

Частіше за все такий вид утеплення використовується якщо місцевою владою заборонено зовнішнє утеплення в даному районі або частині міста, і якщо стіна знаходиться на стику двох будівель.

Вибираючи, чим утеплити будинок всередині, необхідно звернути увагу на наступні матеріали:

- Пінопласт: матеріал має доступну вартість і вважається досить ефективним. Товщина його листів може бути різною. Оптимальною для внутрішнього утеплення стіни буде товщина в 5 см. Це дасть можливість швидко провести
- монтаж без необхідності використовувати спеціальні інструменти. Недоліки: горючість; мінімальна міцність листа; незадовільна паропроникність, що може призвести до ефекту сауни в приміщенні.
- Екструдований пінополістирол: матеріал складається з гранул полістиролу з додаванням графіту, що робить його більш міцним, надає енергозберігаючі

	властивості. До його переваг відносять також екологічність, простоту монтажу				Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	32

та стійкість до механічного впливу. Це дозволяє використовувати екструдований пінополістирол 30 років і більше. Недоліки у нього такі ж, як і у звичайного пінополістиролу.

- Мінеральна вата: як утеплювач мінеральна вата використовується досить часто. При цьому перевагу варто віддавати базальтовій мінваті. Вона просто монтується, вважається міцною і стійкою до горіння. До того ж має доступну вартість. Але через незначний показник вологостійкості використовувати мінеральну вату рекомендують дуже обережно. Це пов'язано з тим, що в разі вбирання матеріалом значної кількості води він просто перестає виконувати свої функції. Щоб захистити утеплювач від вологи, важливо використовувати гідроізоляцію з боку холодної стіни і передбачити пароізоляцію.
- Скловата: На відміну від мінеральної вати цей матеріал здатний пропускати тепло, тому його вартість на порядок нижча. Також скловата має ряд недоліків, серед яких необхідність використання захисної конструкції і захисного костюма під час монтажу, оскільки матеріал сильно кришиться[17].

На даний час дуже є дуже багато видів металопластикових вікон, але найпопулярнішими є 3-х камерні, бо вони гарно подавляють шуми ззовні, та зберігають більше тепла. Їх можна придбати в готовому вигляді, або замовити під потрібні параметри.

Щоб знизити втрати електроенергії можна замінити старі лампочки на LED, що зможе знизити використання енергії в 5-7 разів, і не зважаючи на їх високу ціну, такі лампочки прослужать в 7-10 разів довше[18].

Також на освітлення можна встановити датчики руху, щоб світло вмикалося коли хтось заходить в приміщення, і вимикалося через певний проміжок часу[18].

Кондиціонування та вентиляція. Найбільш поширеним методом зниження витрат при використанні цього обладнання, є установка систем рекуперації. Правильне налагодження і своєчасне обслуговування можуть скоротити витрати до 10%. Звичайно, такі системи краще всього проектувати при будівництві, проте

					Лист
					33
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

нерідкі випадки коли модернізацію доводиться проводити в уже давно існуючих будівлях, і тут важливо звернутися до досвідчених проєктантів, які допоможуть правильно розрахувати всі показники, і встановити систему найбільш оптимальним способом[18].

Водопостачання. Однією з популярних технологій економії на водопостачанні є збір і подальша обробка дощової води для подальшого використання в будівлі. Звичайно вона актуально тільки в широтах, де дощі трапляються досить часто, а взимку не буває мінусової температури.

Для більшості розвинених країн актуальними є автоматизовані датчики подачі води, використання залишкового потенціалу теплоносіїв для підігріву води.

Всі перераховані вище методи і технології можуть застосовуватися як окремо так і в комплексі. Тут важливий індивідуальний підхід, попереднє вивчення всіх особливостей об'єкта, інфраструктури і систем, проведення енергоаудиту для виявлення найбільш вразливих місць. В умовах складних економічних реалій повне переобладнання приміщення на енергоефективні рішення навряд чи можливо, але з розробленим планом, поступове зменшення витрат позитивно позначиться і на собівартості продукції і на продуктивності роботи[18].

3.2 Розрахунковий аналіз можливих енергозберіжних заходів

3.2.1 Розрахунок тепловтрат по приміщенню

Насосна станція = 162,3 м² Висота = 4,9 м

Чергове приміщення = 81,7 м² Висота = 2,35 м

Кількість вікон площею 3·2 становить 18 шт.

Залізобетонні плити товщиною 220 мм мають опір теплопередачі[16]:

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

					Лист
					34
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	

Шар руберойду 25 мм має опір теплопередачі[16]:

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

Шар керамзиту 200 мм має опір теплопередачі[16]:

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

Плити керамічні для підлоги товщиною 25 мм мають опір теплопередачі[16]:

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

Дуб уздовж волокон товщиною 40 мм та 50 мм[16]:

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

Тепловтрати по будівлях[16]:

$$F_{\text{заг}} = 40,09 \cdot 2,35 - 6 \cdot (3 \cdot 2) - 1 \cdot (2 \cdot 0,9) = 56,41 \text{ м}^2 - \text{чергове приміщення}$$

$$F_{\text{заг}} = 63,36 \cdot 2,35 - 12 \cdot (3 \cdot 2) - 1 \cdot (2 \cdot 0,9) = 75,1 \text{ м}^2 - \text{насосна станція} \quad (1.2)$$

Приведений опір теплопередачі $R_{\Sigma\text{пр}}$ $\text{м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ зовнішніх стін будівлі розраховується за формулою[16] :

$$R_{\Sigma\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,5}{0,76} + \frac{1}{23} = 0,82 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (1.3)$$

Тепловтрати через зовнішні стіни будівлі[16]:

					$t_{\text{з.п.}} = - 25 \text{ }^\circ\text{C}$	Лист
						35
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{\text{зв 39т.}} = \frac{56,41}{0,82} \cdot (18 - 25) \cdot 1 = 2958 \text{ Вт} = 2,96 \text{ кВт} - \text{чергове приміщення}$$

$$Q_{\text{зв 39т.}} = \frac{75,1}{0,82} \cdot (18 - 25) \cdot 1 = 3938 \text{ Вт} = 3,94 \text{ кВт} - \text{насосна станція} \quad (1.4)$$

Розрахункова площа стелі:

$$F_{\text{ст}} = 81,7 \text{ м}^2 - \text{чергове приміщення}$$

$$F_{\text{ст}} = 162,3 \text{ м}^2 - \text{насосна станція}$$

Приведений опір теплопередачі стелі будівлі[16]:

$$R_{\Sigma\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{1}{23} + \frac{0,025}{0,17} + \frac{0,2}{0,13} = 1,95 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (1.5)$$

Тепловтрати крізь стелю[16]:

$$Q_{\text{стл}} = \frac{81,7}{1,95} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 1807,6 \text{ Вт} = 1,81 \text{ кВт} - \text{чергове приміщення}$$

$$Q_{\text{стл}} = \frac{162,3}{1,95} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 3578,9 \text{ Вт} = 3,58 \text{ кВт} - \text{насосна станція} \quad (1.6)$$

Термічний опір теплопередачі шарів підлоги на ґрунті[16]:

$$R_{\Sigma\text{пр}} = \frac{0,22}{1,92} + \frac{0,25}{1,1} = 0,14 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (1.7)$$

Термічний опір теплопередачі підлоги над неопалювальним підвалом[16]:

			$R_{\Sigma\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,22}{1,92} + \frac{1}{23} + \frac{0,025}{0,11} + \frac{0,2}{0,13} = 1,83 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$				(1.8)
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата			
						36	

Тепловтрати через огорожувальні конструкції будівлі (не утеплені підлоги) [16]:

$$Q_o = \frac{81,7}{1,83} \cdot (18 - 25) \cdot 1 = 1919,7 \text{ Вт} = 1,92 \text{ кВт} - \text{чергове приміщення}$$

$$Q_o = \frac{162,3}{1,83} \cdot (18 - 25) \cdot 1 = 3813,6 \text{ Вт} = 3,81 \text{ кВт} - \text{насосна станція} \quad (1.9)$$

Розрахункова площа дверей/воріт[16]:

$$F_{\text{ст}} = 1 \cdot (0,9 \cdot 2) = 1,8 \text{ м}^2 - \text{чергове приміщення}$$

$$F_{\text{ст}} = 1 \cdot (0,9 \cdot 2) = 1,8 \text{ м}^2 - \text{насосна станція} \quad (1.10)$$

Тепловтрати крізь двері[16]:

Приведений опір теплопередачі вхідних дверей будівлі:

$$R_{\Sigma\text{пр}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,04}{0,41} + \frac{1}{23} = 0,26 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт} \quad (1.11)$$

$$Q_{\text{з.д}} = \frac{1,8}{0,26} \cdot (18 - 25) \cdot 1 =$$

$$297,9 \text{ Вт} - \text{для чергового приміщення та насосної станції} \quad (1.12)$$

Розрахункова площа віконних отворів:

$$F_{\text{вік}} = 6 \cdot (3 \cdot 2) = 36 \text{ м}^2 - \text{чергове приміщення}$$

$$F_{\text{вік}} = 12 \cdot (3 \cdot 2) = 72 \text{ м}^2 - \text{насосна станція} \quad (1.13)$$

						Лист
						37
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Тепловтрати крізь вікна[16]:

Приведений опір теплопередачі вікон будівлі:

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

$$Q_o = \frac{36}{0,7} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 2211,4 \text{ Вт} = 2,2 \text{ кВт} - \text{чергове приміщення}$$

$$Q_o = \frac{72}{0,7} \cdot (18 - (-25)) \cdot 1 = 4422,8 \text{ Вт} = 4,4 \text{ кВт} - \text{насосна станція} \quad (1.14)$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через світлові прорізи[16]:

$$G_{\text{ВКН}}^{\text{інф}} = 0,28 \cdot 6 \cdot 108 \cdot 1,005 \cdot (18 - (-25)) = 7840,92 \text{ Вт} = 7,84 \text{ кВт} -$$

для чергового приміщення та насосної станції (1.15)

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через відкриті двері[16]:

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

– чергове приміщення (1.16)

$$\rho_c = \frac{352}{[273 + 0,5 \cdot (18 - 1,4)]} = 1,25 \text{ кг/м}^3 \quad (1.17)$$

$$\Delta \rho = 1,3 - 1,25 = 0,05 \text{ кг/м}^3 \quad (1.18)$$

Теплова потужність яка потрібна для нагріву повітря, що вривається у ворота без повітряної завіси[16]:

						Лист
						38
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G_{вр}^{інф} = 0,79 \cdot 1,005 \cdot (18 - (-25)) \cdot \frac{9}{60} = 5121 \text{ Вт} = 5,12 \text{ кВт}$$

–чергове приміщення

(1.19)

$$G_{вр}^{інф} = 5121 \text{ Вт} = 5,12 \text{ кВт} \text{ – насосна станція}$$

Додаткові тепловтрати на інфільтрацію повітря через нещільність дверей/воріт[16]:

$$G_{з.д} = 0,005 \cdot 7,8 \cdot 0,8 \cdot 1,3 \cdot 3600 = 146,02 \text{ кг/год} \text{ – чергове приміщення} \quad (1.20)$$

$$G_{з.д}^{інф} = 0,28 \cdot 146,02 \cdot 1,005 \cdot (18 - (-25)) = 1766,9 = 1,77 \text{ кВт}$$

–чергове приміщення

(1.21)

$$G_{з.д}^{інф} = 1,77 \text{ кВт} \text{ – насосна станція}$$

Сумарні додаткові втрати теплоти на інфільтрацію холодного повітря[16]:

$$\sum Q_{інф} = G_{вкн}^{інф} + G_{вр}^{інф} + G_{з.д}^{інф} \quad (1.22)$$

$$\sum Q_{інф} = 7840,92 + 5121 + 5121 + 1766,9 + 1766,9 = 21616,72 \text{ Вт} = 21,6 \text{ кВт}$$

Розподіл розрахункових теплових втрат через будівельні конструкції будівлі та інфільтрацію представлено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Структура теплових втрат будівельних конструкцій

	Втрати теплоти, кВт	%
Стіни	6,9	12
Стеля	5,4	10
Вікна	6,6	12
Двері	5,9	10

Підлога	5,7	11
Інфільтрація	21,6	45
Разом	46,9	100

3.2.1 Розрахунок тепло надходжень

Теплонадходження від людей[16]:

$$Q_{\text{л}} = 133 \cdot 4 = 532 \text{ Вт} \quad (1.23)$$

Теплонадходження від джерел освітлення[16]:

$$Q_{\text{л}} = \left(200 \cdot 0,5 \cdot 6 \cdot \frac{600}{60}\right) + \left(100 \cdot 0,5 \cdot 4 \cdot \frac{600}{60}\right) = 8000 \text{ Вт} = 8 \text{ кВт} \quad (1.24)$$

Теплонадходження від сонячної радіації[16]:

$$Q_{\text{л}} = 250 \cdot 7 \cdot 6 \cdot 0,6 + 100 \cdot 6 \cdot 7 \cdot 0,6 = 8820 \text{ Вт} = 8,8 \text{ кВт} \quad (1.25)$$

Сумарні теплонадходження[16]:

$$\sum Q_{\text{тн}} = 532 + 8000 + 8820 = 17352 \text{ Вт} = 17,4 \text{ кВт} \quad (1.26)$$

3.2.3 Розрахунок теплової потужності всієї будівлі

					$\Delta Q = \sum Q_{\text{втр}} - \sum Q_{\text{тн}}$	(1.27)
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		40

$$\Delta Q = 46864,62 - 17352 = 29512,62 \text{ Вт} = 29,5 \text{ кВт}$$

ВИСНОВКИ

Під час проведення випускної кваліфікаційної роботи бакалавра було проведене енергетичне обстеження систем енергопостачання будівлі комунальної власності КП «Міськводоканал» СМР, Лепехівська ВНС.

Енергетичний аудит був проведений у декілька стадій. Під час першої стадії відбувався збір загальної характеристики об'єкту, фактичного стану

						Лист
						47
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

огороджувальних конструкцій, систем енергопостачання, вентиляції, та систем обліку споживання енергоносіїв.

У другому етапі проведений аналіз рівня обсягів та ефективності споживання об'єкта енергоресурсів на об'єкті енергетичного аудиту.

Під час проведення третього етапу були проведені: розрахунок основних тепловтрат, визначення видів теплонадходжень та теплова потужність будівлі.

У четвертому етапі були приведені перелік енергозбережних заходів, що включають в себе утеплення стін, заміну дерев'яних вікон на металопластикові, заміну ламп розжарювання. Впровадження цих заходів дозволить скоротити втрати теплової енергії та, у результаті, зменшити витрати коштів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Безпека під час використання електрозахисних засобів: консультація від Держпраці з працівниками закладів освіти [електронний ресурс] Режим посилання:

<https://oppb.com.ua/news/bezpeka-pid-chas-vykorystanya-elektrozahysnyh-zasobiv-konsultatsiya-vid-derzhpratsi-z-pratsivnykamy-zakladiv-osvity>

						Лист
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		48

2. Газовий лічильник [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.italgaz.com.ua/ua/gas-meter/industrial-gas-meter/diaphragm-gas-meter-elster.html>.

3. 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.

4. 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>

5. Прозорість та інформаційна відкритість підприємства. – Режим доступу: <https://vodokanal.sumy.ua/>.

6. Правила експлуатації електрозахисних засобів – застосування засобів [електронний ресурс] Режим посилання: <https://leg.co.ua/knigi/pravila/pravila-ekspluataciyi-elektrozahisnih-zasobiv-27.html>

7. 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>

8. Лічильник на холодну воду [електронний ресурс] Режим посилання: <https://11l.ink/cfNMY>

9. 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

10. Система електрозахисних засобів [електронний ресурс] Режим посилання: <https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/1120.html>

						Лист
						49
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Пожежна профілактика при проектуванні і будівництві промислових підприємств [електронний ресурс] Режим посилання: <https://studfile.net/preview/7397304/page:27/>

12. Класифікація приміщень за ступенем пожежної небезпеки і вибухопожеженебезпеки [електронний ресурс] Режим посилання: <https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/posibnik/1200.html>

13. Тепловізор [електронний ресурс] Режим посилання: <https://gtest.com.ua/uk/vimiryuvalni-priladi/teplovizori/wt3220-teplovizor-ot-20.html>

14. Термогідрометр [електронний ресурс] Режим посилання: <https://brom.ua/uk/termogigrometr-flus-et-951w-ukr>

15. Термодетектор [електронний ресурс] Режим посилання: https://elmir.ua/ua/pirometry/thermal_detector_benotech_gt950.html

16. Методичні вказівки до виконання практичних занять, розрахункових та самостійних робіт із дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії»/ укладач С.С. Антоненко. – Суми: Сумський державний університет, 2023. – 72 с.

17. Утеплення будинків [електронний ресурс] Режим посилання: <https://altep.ua/articles/yak-i-chim-utepliti-budinok>

18. Енергозберігаючі технології [електронний ресурс] Режим посилання: <https://shen.ua/obzor-i-analitika-otrasli/energoberegajushie-tehnologii-razbiraemsja-analiziruem/>

ДОДАТОК А

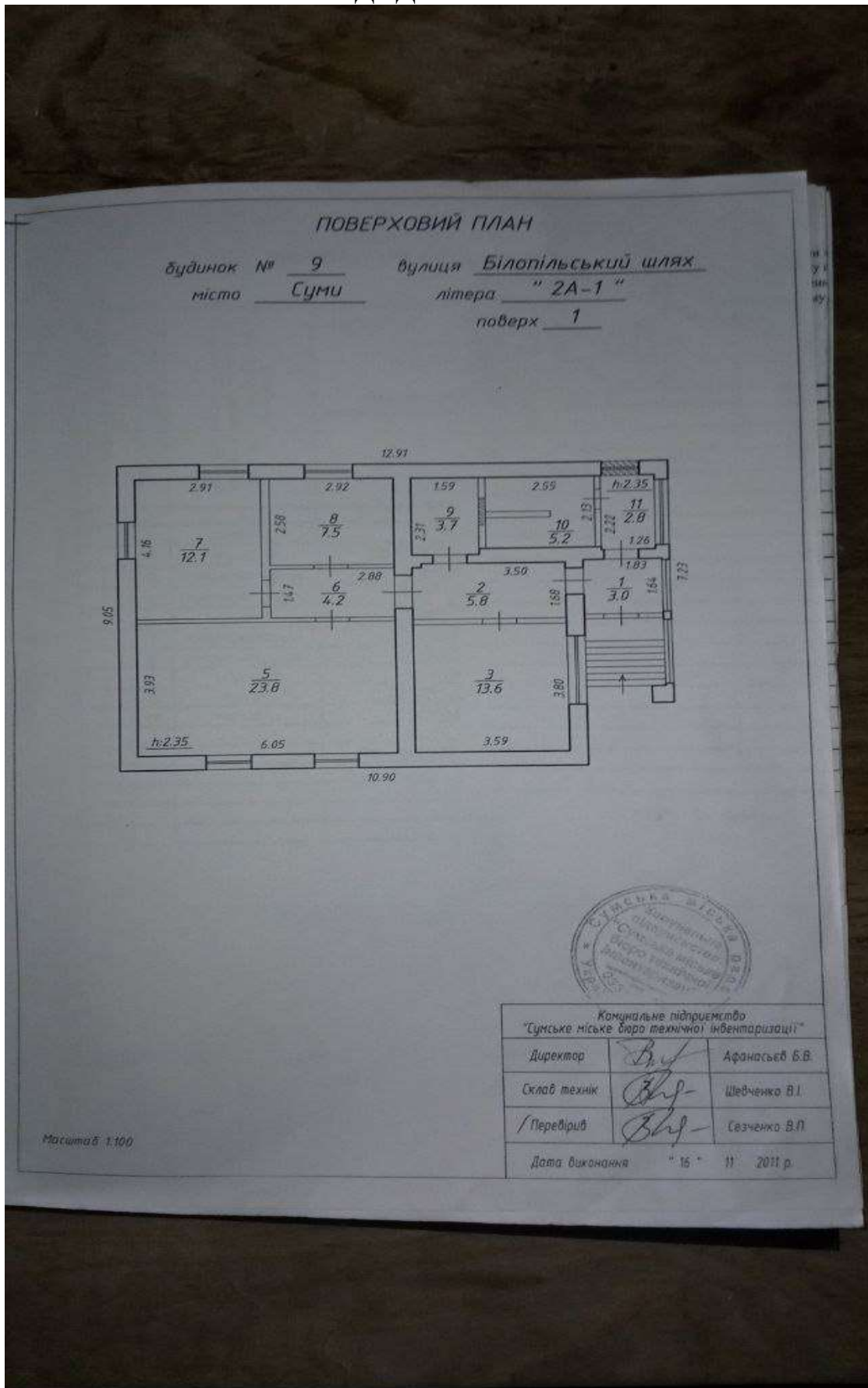


Рисунок Б.1 – Схема чергового приміщення Лепехівської ВНС

Продовження додатку А

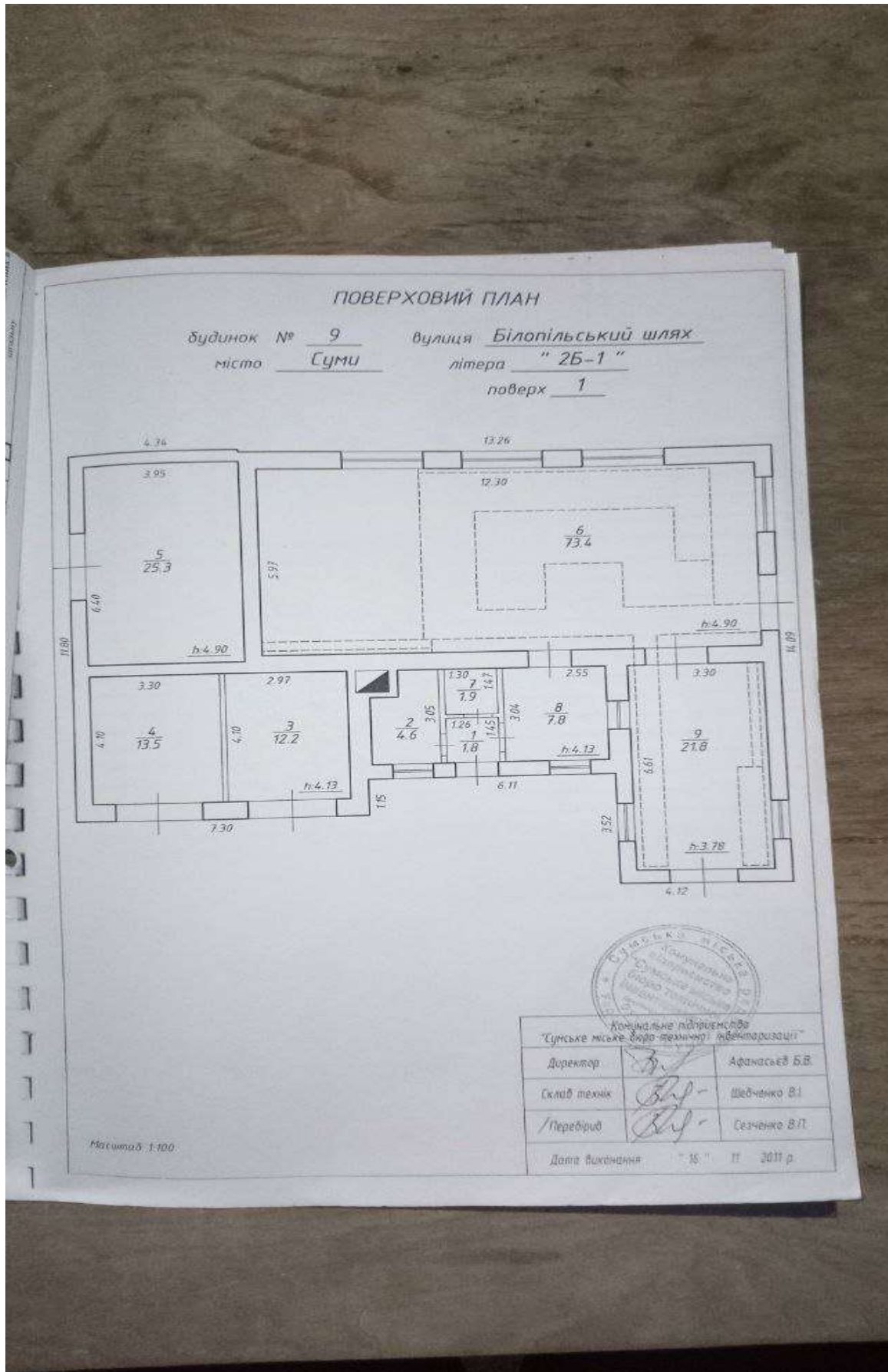


Рисунок Б.2 – Схема насосної станції Лепехівської ВНС

Продовження додатку А

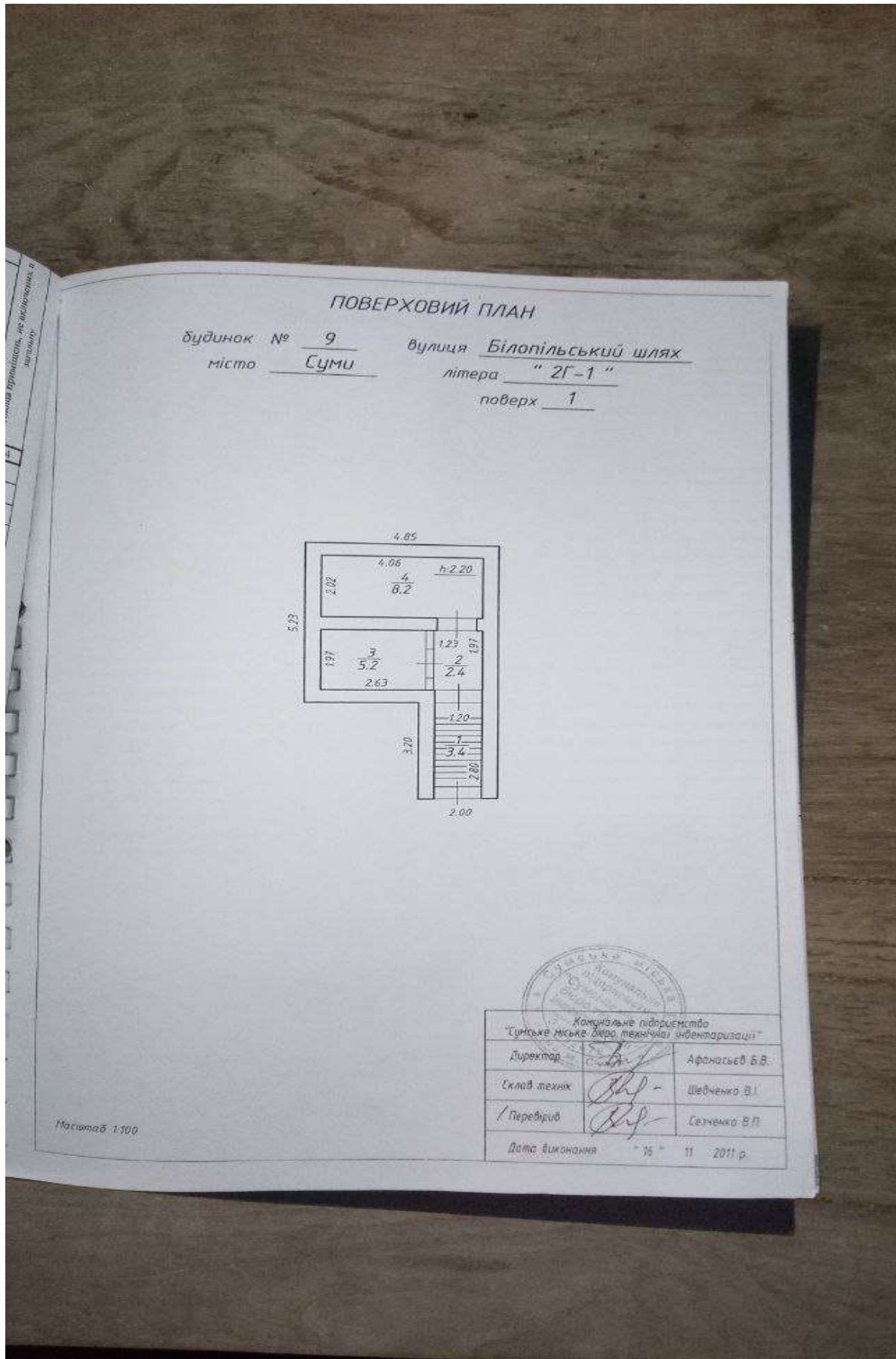


Рисунок Б.3 – Схема погрібу Лепехівської ВНС

Продовження додатку А

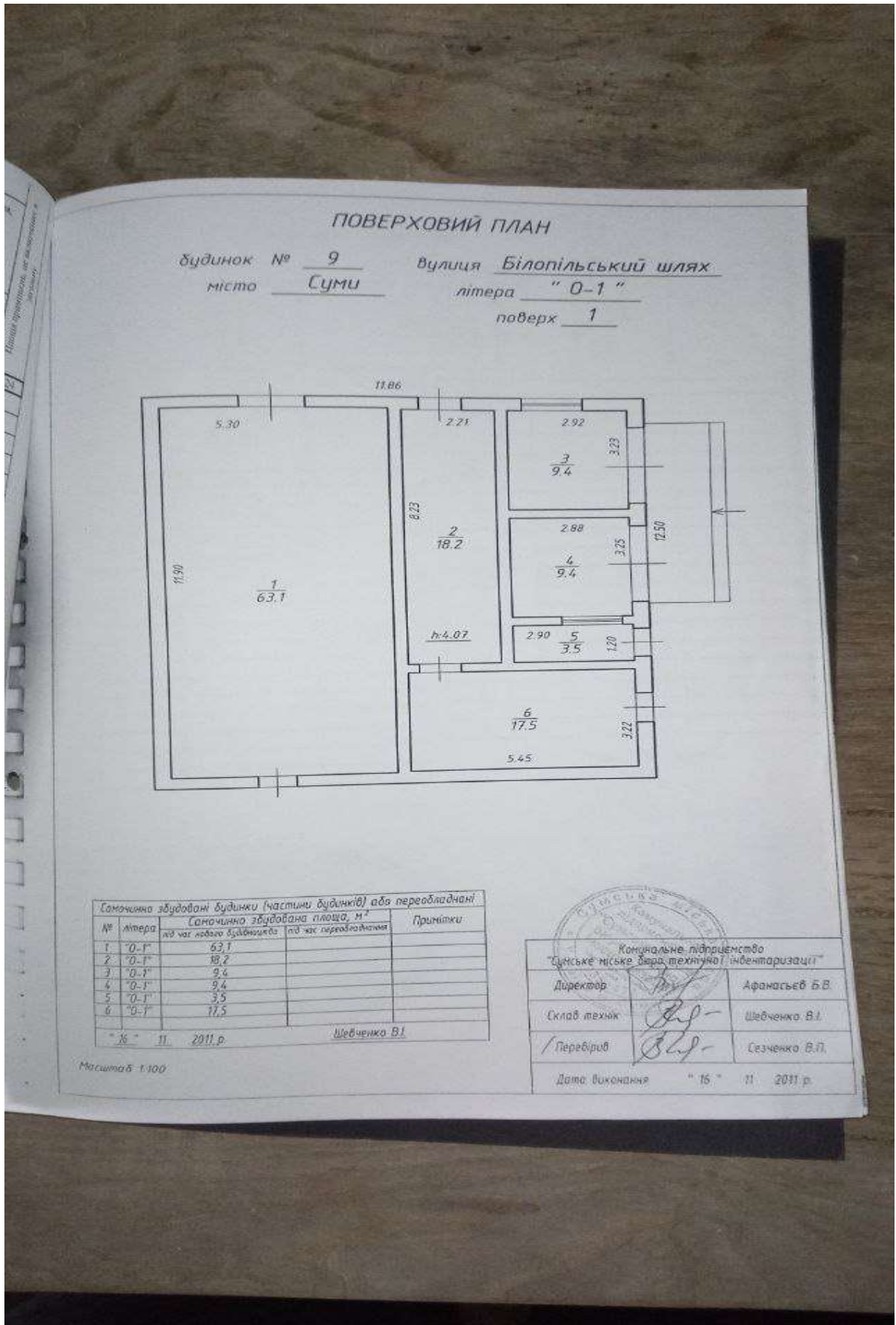


Рисунок Б.4 – Схема будинку РП Лепехівської ВНС

Продовження додатку А

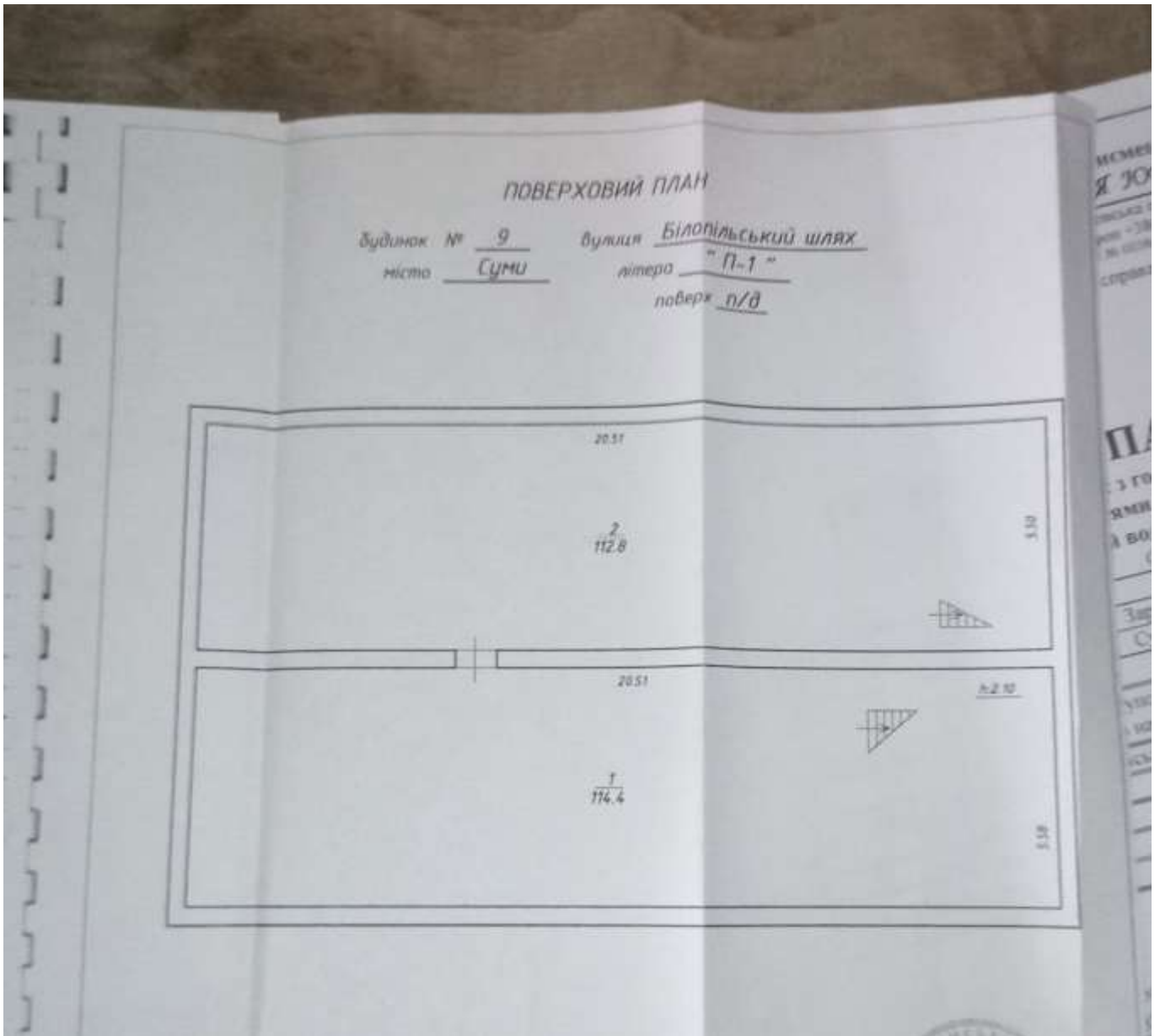


Рисунок Б.5 – Схема станції обеззараження Лепехівської ВНС

Продовження додатку А

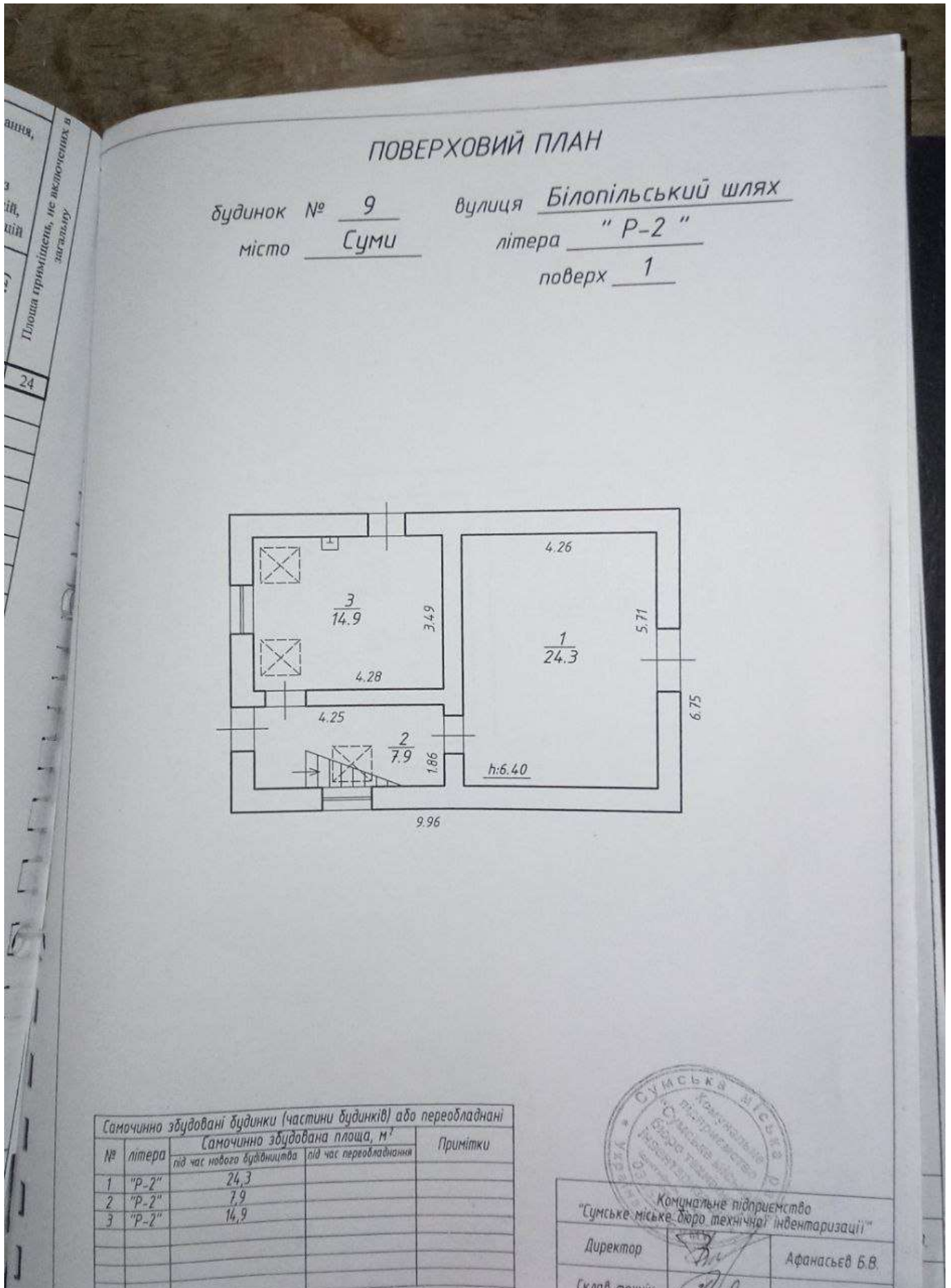


Рисунок Б.6 – Схема хлораторної Лепехівської ВНС (перший поверх)

Продовження додатку А

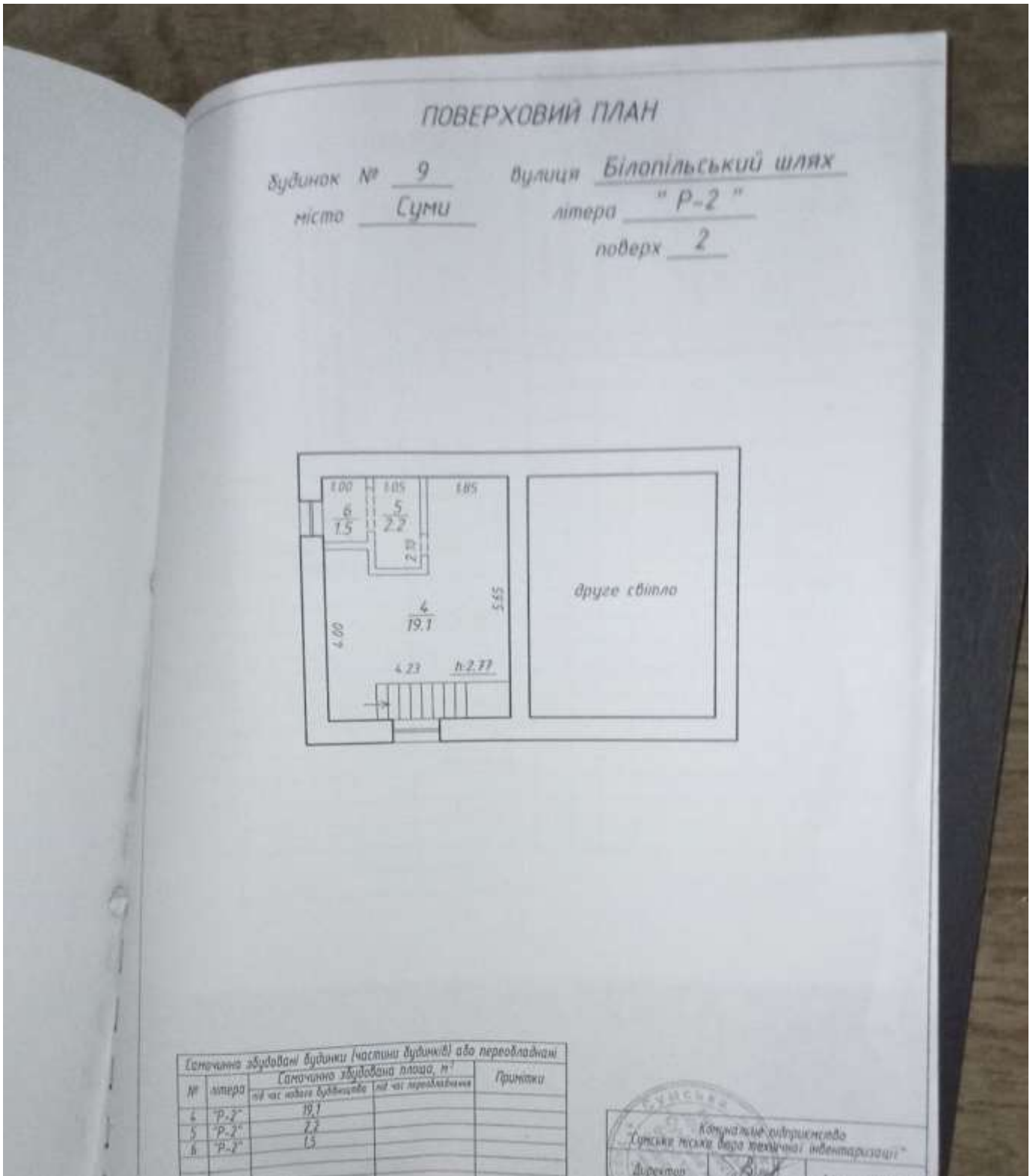


Рисунок Б.1 – Схема хлораторної Лепехівської ВНС (другий поверх)