

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

Лантух Ігор Юрійович

ТЕМА: «ДОСЛІДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ
ОПАЛЕННЯ БУДІВЛІ СЕРЕДНЬОЇ ШКОЛИ»

Магістерська робота
зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»
(Енергетичний менеджмент)

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

Керівник роботи:

_____ (підпис)

Мандрика А.С.

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

К.Т.Н ДОЦЕНТ

_____ (наукове звання та наукова ступінь)

Суми – 2020

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри _____

« » _____ 20__ р.

**ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ**

Студента _____
Лантух І.Ю.
(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи: «Дослідження енергетичної ефективності системи опалення будівлі середньої школи»

затверджена наказом по університету № _____ від « » _____ 2020 р.

2 Термін здачі студентом закінченої роботи – до 15.12.2020 р.

3 Вихідні дані до магістерської роботи: Результати аналітичного вивчення інформації щодо актуальності проведення розрахункових робіт за темою магістерської роботи

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити):

Вступ (короткий опис загальних проблем з енергоспоживання та енергоефективності, до яких відноситься тематика випускної роботи);

Розділ 1 – Загальна характеристика, основні показники та режими функціонування досліджуваного об'єкту.

Розділ 2 – Методи та методика проведення досліджень.

Розділ 3 – Розрахунковий аналіз обстежуваної системи енергопостачання.

Розділ 4 – Розробка можливих енергозберігаючих заходів, спрямованих на підвищення ефективності споживання енергетичних ресурсів у будівлі.

Розділ 5 – Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Висновки.

* Відповідає формі № 24 наказу Мінвузу СРСР від 6 квітня 1983 р. №429

5 Консультанти з проекту (роботи), із зазначенням розділів проекту

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	Васькін Р.А.		

6 Дата видачі завдання 09.11.2020 р

Керівник

_____ (підпис)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Проходження переддипломної практики	з 09.11 до 06.12.2020	
2	Захист переддипломної практики	до 10.12.2020	
3	Виконання 1-го розділу	до 20.11.2020	
4	Виконання 2-го розділу	до 01.12.2020	
5	Виконання 3-го розділу	до 06.12.2020	
6	Виконання 4-го розділу	до 10.12.2020	
7	Виконання 5-го розділу	до 13.10.2020	
8	Представлення виконаної роботи	до 15.12.2020	
9	Проходження перевірки на плагіат	до 20.12.20	
10	Проведення захисту роботи	з 21.12 до 24.12.2019	

Студент-магістр

_____ (підпис)

Керівник випускної роботи

_____ (підпис)

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, ІНДЕКСІВ ТА СКОРОЧЕНЬ

Умовні позначення

V – об'єм, м^3 ;

T – температура, $^{\circ}\text{C}$;

L – довжина, м.

P – потужність, кВт.

Індекси та скорочення

δ – товщина огорджуючої конструкції, м;

n – кількість шарів в конструкції;

\emptyset – діаметр.

Абревіатура

ККД – коефіцієнт корисної дії.

ПЕР – паливно-енергетичні ресурси.

ППУ – пінополіуретан.

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 62 сторінки, 8 рисунків, 9 таблиць, 30 літературних джерел; 6 додатків.

Об'єкт дослідження: системи енергозабезпечення будівлі навчального закладу.

Мета роботи: підвищення ефективності функціонування систем енергоспоживання будівлі шляхом діагностування стану її огорожуючих конструкцій, аналізу фактичного споживання енергоресурсів та енергії, режимів їх споживання, діагностування стану та режимів функціонування енергоспоживаючих систем, вивчення технічних можливостей їх модернізації для запровадження нових технологій з використання у тому числі альтернативних видів енергоресурсів та енергії, розрахунок економічної доцільності їх впровадження.

Поставленими задачами дослідження є:

- проведення дослідження та аналізу енергетичного стану будівлі, зважаючи на її конструктивні особливості;
- визначення основних напрямків можливої модернізації огорожуючих конструкцій та систем енергоспоживання будівлі;
- проведення необхідних інженерно-економічних розрахунків за обраними напрямками модернізації;
- визначення основних техніко-економічних показників розроблених енергозберігаючих заходів.

Ключові слова: ЕНЕРГЕТИЧНА СИСТЕМА, ПРОГНОЗУВАННЯ, ПРОМЕТР, ТЕПЛОВТРАТА, ТЕПЛОАДХОДЖЕННЯ, ТЕПЛОВА ПОТУЖНІСТЬ, ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ЗАХІД, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.

Тема роботи – «Дослідження енергетичної ефективності системи опалення будівлі середньої школи».

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ТА РЕЖИМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ.....	10
1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження.....	10
1.2 Опис дійсного стану будівлі.....	10
1.2.1 Опис технічних характеристик будівлі.....	10
1.2.2 Опис технічного стану систем теплопостачання.....	11
1.2.3 Опис технічного стану системи водопостачання та водовідведення	13
1.2.4 Опис технічного стану системи електропостачання та освітлення.	14
1.2.5 Опис технічного стану системи вентиляції.....	15
1.3 Тарифи та прилади обліку енергоносіїв	15
1.4 Аналіз обсягів споживання енергоносіїв та води.....	16
1.4.1 Аналіз обсягів споживання теплової енергії.....	16
1.4.2 Аналіз обсягів споживання електричної енергії.....	18
1.4.3 Аналіз обсягів споживання холодної води.....	19
1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв.....	21
1.5.1 Техніко-економічний аналіз споживання тепла.....	21
1.5.2 Техніко-економічний аналіз споживання електроенергії.....	23
1.5.3 Техніко-економічний аналіз споживання холодної води.....	24
2 МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	25
2.1 Проведення вимірювань за допомогою приладів.....	25
2.2 Результати проведеного вимірювання.....	28
2.3.Прогнозування в енергетиці. основні визначення та поняття.....	28
3 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ.....	33
3.1 Розрахунок теплової потужності будівлі.....	33

4 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ У БУДІВЛІ.....	37
4.1 Опис можливих енергозберігаючих заходів.....	37
4.2 Опис заходів.....	37
4.2.1 Заміна елеваторного вузла на індивідуальний тепловий пункт з погодозалежною автоматикою з можливістю зниження подачі тепла в неробочий час.....	37
4.2.2 Утеплення огорожувальних конструкцій (стеля).....	39
4.2.3 Встановлення сонячних колекторів на даху будинку.....	41
4.2.4 Встановлення рекуператора теплоти.....	43
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	46
5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати під час роботи енергоменеджера під час роботи на об'єкті.....	46
5.2 Правила виконання робіт на обладнанні, що знаходиться під напругою	49
5.3Порядок евакуації відвідувачів із освітнього закладу.....	50
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	54
ДОДАТОК А	57
ДОДАТОК Б	58
ДОДАТОК В	59
ДОДАТОК Г	60
ДОДАТОК Д	61
ДОДАТОК Е	62

ВСТУП

"Україна відноситься до енергодефіцитних країн, яка задовольняє свої потреби в паливно-енергетичних ресурсах (ПЕР) за рахунок власного їх видобутку менш, ніж на 50 %" [1].

"Видобуток власних ПЕР проводиться в таких гірничо-геологічних умовах, які роблять їх не конкурентоздатними з імпортованими ПЕР. Це перш за все відноситься до видобутку нафти і газу. Не краща сучасна ситуація і у вугільній промисловості, де більшість шахт мають низькі економічні показники. Хоча Україна має великі поклади вугілля, якого вистачило б на сотні років, однак для їх розробки необхідні великі капітальні вкладення, яких в умовах економічної кризи держава не може забезпечити" [1].

"Поряд з цим ефективність використання ПЕР в економіці України та соціальній сфері дуже низька. Енергоємність валового внутрішнього продукту в Україні на сьогодні більш, ніж вдвічі вища за енергоємність промислово розвинутих країн Західної Європи і продовжує зростати. Потенціал енергозбереження в Україні становив в докризовий період 40 - 45 % від енергоспоживання, а за часи кризи він ще виріс" [1].

"Для енергозбереження характерна висока економічна ефективність. Витрати на тонну умовного палива, отриманого за рахунок енергозбереження, в декілька разів менші за витрати на його видобуток чи купівлю. Тому в умовах України підвищення енергоефективності та енергозбереження стає стратегічною лінією розвитку економіки та соціальної сфери на найближчу та подальшу перспективу" [1].

В умовах постійно зростаючого попиту на різні види енергоресурсів найпершим завданням енергоменеджменту є розроблення і впровадження якнайменше витратних енергозбережних заходів [2].

Енергозбереження – діяльність (організаційна, наукова, практична, інформаційна), яка спрямована на раціональне використання та економне витрачання первинної та перетвореної енергії і природних енергетичних ресурсів в

національному господарстві і яка реалізується з використанням технічних, економічних та правових методів [3].

Енергозбереження є одним із пріоритетів державної політики, важливим напрямком у діяльності усіх без винятку суб'єктів господарювання. При цьому здебільшого заходи щодо впровадження енергозберіжних технологій не вимагають великих фінансових витрат.

Основні напрями енергозберіжних заходів у системах теплопостачання будівель передбачають проектування елементів «пасивної архітектури», заходи з утеплення існуючих будівель, енергозберіжні системи опалення, вентиляції, кондиціонування, холодопостачання, каналізаційні та «розумні» системи [2].

Для кращого підвищення енергоефективності, впровадження інноваційних енергосистем та модернізацію об'єкту, в усіх суб'єктах господарювання, використовують послугу енергетичного аудиту.

Енергетичний аудит, енергоаудит (енергетичне обстеження) - вид діяльності, спрямований на зниження споживання паливно-енергетичних ресурсів суб'єктами господарювання, який полягає у проведенні енерготехнологічної і техніко-економічної експертизи, веденні обліку паливно-енергетичних ресурсів, а також у розробленні та обґрунтуванні енергоощадних заходів [4].

Метою енергетичного аудиту є сприяння суб'єктам господарської діяльності у визначенні своєї політики з енергозбереження, рівня ефективності використання ПЕР, потенціалу енергозбереження, надання допомоги в розробці науково обґрунтованих норм та нормативів питомих витрат, енергобалансів, розробці заходів з енергозбереження, їх фінансовий оцінці та оцінці впливу на охорону праці та довкілля [5].

Мета та призначення представленого енергетичного обстеження: дослідження реального стану споживання енергоносіїв і води, у загальноосвітній школі №18, та розробка енергозберігаючих заходів з метою скорочення витрат паливно-енергетичних ресурсів.

Завдання, які вирішувалися при проведенні енергетичного обстеження: розробка енергозберігаючих заходів із економії паливно-енергетичних ресурсів в

установі, за результатами проведення енергетичного обстеження на зазначеному об'єкті.

Вихідні дані для проведення робіт з енергетичного обстеження: технічна та будівельна документація установи; показання лічильників споживання ПЕР (електроенергія, тепло, холодна вода); вимірювання температури та освітленості приміщення; вимірювання температури та знімання показань тиску з манометрів системи теплопостачання; попередні енергетичні обстеження.

Предметом дослідження в роботі є енергетичні процеси, які відбуваються в досліджуваній мною будівлі а також у системах енергоспоживання.

Автором зібрано статистичні дані за минулі три роки щодо функціонування систем енергоспоживання будівлі. Проаналізовано режими та обсяги споживання теплової енергії, електричної енергії, води.

Проведено порівняльний аналіз режимів енергоспоживання та витрат енергоресурсів з чинними в Україні нормативними показниками.

Виконано необхідні економічні розрахунки. Проведено аналіз потенційно-небезпечних факторів, які можуть виникнути в процесі експлуатації будівлі та систем енергоспоживання.

1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА, ОСНОВНІ ПОКАЗНИКИ ТА РЕЖИМИ ФУНКЦІОНУВАННЯ ДОСЛІДЖУВАНОВОГО ОБ'ЄКТУ

1.1 Загальні відомості про об'єкт енергетичного обстеження

Об'єктом енергетичного обстеження є будівля Сумської загальноосвітньої школи I–III ступенів № 18.

ЗОШ № 18 підпорядковується Управлінню освіти і науки Сумської міської ради та повністю утримується за рахунок коштів місцевого бюджету. Будівля розташована за адресою: вул. Леваневського, 8, м. Суми, Сумська область, індекс 40011.

У закладі встановлений п'ятиденний робочий тиждень. Вихідні дні: субота, неділя. Робочий графік роботи закладу: з 8⁰⁰ години до 17³⁰ години.

Склад людей:

Кількість обслуговуючого персоналу у будівлі – 35 осіб;

Кількість учнів у навчальному закладі – 1065 осіб;

Кількість викладачів, які працюють у навчальному корпусі – 73 особи;

Кількість цілодобових охоронців – 1 особа.

Системи забезпечення функціонування будівлі:

- теплопостачання;
- електропостачання;
- водопостачання;
- вентиляційна система;
- водовідведення.

1.2 Опис дійсного стану об'єкта

1.2.1 Опис технічних характеристик будівлі

ЗОШ №18 має три навчальні корпуси загальною площею 2547 м². Для проведення навчального процесу в школі діють 39 навчальних кабінети, 44

навчальні кімнати, 2 майстерні, актова зала, музичний кабінет, бібліотека, кабінет психолога, кабінет соціолога, спортивна зала, їдальня, стоматологічний кабінет, медичний кабінет.

Об'єктом є суцільна будівля, але у зв'язку з тим, що школа добудовувалася в інші роки після основного будівництва тому вона збудована з різних матеріалів. Для облегшення подальших розрахунків школа поділена на чотири корпуси: «А», «А1», «А2» та «А3». Схема поділення школи на корпуси наведено у додатку А.

Технічну експлуатацію інженерних комунікацій будівлі здійснює відповідальний за господарчу частину та робочий персонал ЗОШ № 18.

Технічні характеристики будівлі згідно наданої інформації:

- | | |
|---|--------------------------|
| • призначення будівлі: | навчальний заклад; |
| • площа забудови | 2950 м ² ; |
| • опалювальна площа: | 8725 м ² ; |
| • опалювальний об'єм | 26054,7 м ³ ; |
| • опалювальний об'єм за зовнішніми обмірами | 32489,7 м ³ . |

Після вивчення будівельної документації і подальшого її зіставлення з дійсним станом огорожувальних конструкцій закладу, було встановлено, що за час використання об'єкту в архітектурно-планувальну конструкція були внесені зміни, а саме, у зв'язку з відкриттям музею в школі вимушено заклали шість віконних прорізів на першому поверсі корпусу «А». Стіни будівлі не мають явних пошкоджень, але при цьому не захищені від зовнішніх факторів крім головного фасаду будівлі, який орієнтований на схід, по периметру всієї будівлі виконана відмостка. Старі дерев'яні вікна замінені на металопластикові з однокамерним склопакетом. Школа має дев'ять входів, які виконані у вигляді тамбуру(два головних, один службовий та шість запасних).

1.2.2 Опис технічного стану систем теплопостачання

За договором № 383-Т від 27.02.18 року, укладеного з ТОВ «Сумитеплоенерго», про надання послуг з централізованого опалення комунальна

установа ЗОШ № 18 забезпечується тепловою енергією централізовано. Теплоносієм являється вода.

Подача теплоносія до школи здійснюється від Сумської ТЕЦ по трубопроводу до тепlopункту в підвальному приміщенні корпусу «А3», де встановлений лічильник тепла. Після проходження вузлу обліку частина теплової енергії надходить до розподільчого елеваторного вузла, який розташований в підвалі корпусу «А». До вузлу обліку є вільний доступ для обслуговуючого персоналу, належне освітлення та відповідає нормам та правилам технічної експлуатації теплових мереж. В минулому році в закладі була встановлена система моніторингу та короткотермінового прогнозування теплоспоживання. Ця система дає можливість в режимі «on-line» (он-лайн) контролювати реальне теплоспоживання будівлею, виключаючи «людський фактор». Схема тепlopункту наведена в додатку Б.

Фільтр перед лічильником тепла промивають своєчасно в процесі експлуатації за потребою. Потреба чистки фільтра оцінюється за різницею показників витрат води та різницею показань манометрів до та після лічильника та фільтра.

Магістральні розподільчі трубопроводи укладені біля зовнішніх стін корпусу «А» та «А1» та в підвальному приміщенні корпусу «А».

Акт меж розподілу теплових мереж між ТОВ «Сумитеплоенерго» та ЗОШ № 18 наведений в додатку В.

Трубопроводи мережі тепlopостачання та деталі тепlopункту і вузлу обліку сталі. Ізоляція трубопроводів часткова. У минулому році було зроблено планове гідропневматичне промивання системи опалення.

Корпуси «А» та «А1» мають двотрубну систему теплової мережі, а корпуси «А2» та «А3» біваленту однотрубну систему. Радіатори опалення між собою з'єднані горизонтально.

Опалювальні радіатори розташовані під вікнами в кожному кабінеті. В основному використовуються чавунні секційні радіатори. Але в їдальні та бухгалтерії використовуються конвекційні радіатори опалення (типу «Аккорд»). Доступ до приладів опалення необмежений.

Система опалення закладу включає наступне устаткування:

- подавальні стояки, які в корпусі «А» та «А2» вмонтовані у стіни будівлі;
- підводки;
- опалювальні прилади;
- запірно-регулююча арматура;
- зворотний трубопровід.

Персонал, що обслуговує теплопункт та систему опалення в школі мають наступні завдання:

- догляд за технічним станом обладнання, його роботою, регулювання;
- зняття та передача показань лічильника;
- спостереження за раціональним використанням енергії та параметрами теплоносія для забезпечення надійного і якісного теплопостачання.

Система опалення будівлі має декілька недоліків, які впливають на якість теплопередачі системи, в наслідок чого температура у деяких кабінетах школи не відповідає нормам. Ці недоліки впливають на комфортні умови перебування в закладі та вимагають більших витрат на опалення.

1.2.3 Опис технічного стану систем водопостачання та водовідведення

За договором № 3024 від 15.02.2018 року, «Про надання послуг з централізованого постачання холодної води і водовідведення», подача холодної води до закладу здійснюється централізовано, від мереж КП «Міськводоканал» Сумської міської ради. Водовідведення здійснюється згідно договору. Подача води до закладу постачається за рахунок тиску зовнішньої водопровідної мережі. Об'єми споживання води обраховуються лічильником, що належить школі. Схема водопровідних та каналізаційних мереж наведена в додатку Г.

Система холодного водопостачання в школі складається з наступних елементів:

- ввід водопроводу в будівлю;
- пункт обліку з лічильником;
- розподільні мережі трубопроводів;

- запірно-регулююча арматура (засувки, вентиля).

Система гарячого водопостачання відсутня. Для потреб їдальні та прибирання в навчальному закладі вода підігрівається бойлером непрямого нагріву. На кожному поверсі школи є вбиральні та фонтанчики для пиття води.

Персонал, що обслуговує систему водопостачання в школі мають наступні завдання:

- догляд за технічним станом обладнання, його роботою, регулювання;
- зняття та передача показань лічильника;
- спостереження за раціональним використанням води та водовідведення для забезпечення комфортних умов.

Система водопостачання та водовідведення школи забезпечена застарілими приладами (змішувачі, змивні бачки у вбиральнях, раковини) та трубопроводами.

1.2.4 Опис технічного стану системи електропостачання та освітлення

За договором № 1614004 від 12.02.2018 року, «Про постачання електричної енергії», укладеного з ТОВ «ЕНЕРА СУМИ», навчальний заклад отримує електроенергію для забезпечення електроустановок закладу. Схема постачання електроенергії закладу наведена у додатку Д.

На балансі школи числяться шість власних трансформаторів струму Т-0,66 200/5 (клас точності 0,5S).

Кількість спожитої електричної енергії здійснюється згідно з вимогами ПУЕ та ПКЕЕ.

Освітлення в школі забезпечується світильниками з світлодіодними та енергозберігаючими лампами в кількості 810 та 133у відповідності. Всі лампи розжарювання та люмінесцентні були замінені в минулому році. Загалом у закладі впроваджено зональне освітлення.

Для виконання оперативної роботи по електрогосподарству у штаті працівників школи є працівник з групою допуску.

Персонал, що обслуговує систему електропостачання та освітлення в школі мають наступні завдання:

- догляд за технічним станом обладнання, його роботою, регулювання;
- зняття та передача показань лічильника;
- спостереження за раціональним використанням електроенергії та правилами використання електроустаткуванням для забезпечення комфортних умов.

1.2.5 Опис технічного стану системи вентиляції

Дана будівля оснащена природною вентиляцією, що створена за допомогою вбудованих систем стоякових трубопроводів, які працюють в результаті вітрового та теплового тиску.

Через вентиляційні канали, які знаходяться в конструкціях будівлі, відбувається видалення вентиляованого повітря в навколишнє середовище. Ізоляція каналів відсутня.

Для кабінету хімії та харчоблоку, згідно проекту будівництва, передбачена місцева витяжна вентиляція та створено природний приплив повітря. В інших кабінетах закладу функціонує природна вентиляція, за допомогою відкривання вікон та нещільностей в огорожувальних конструкціях.

В закладі не встановленні рекуператори теплоти та не здійснюється автоматичне управління системою вентиляції.

Майже 60% кабінетів навчального закладу мають закриті вентиляційні ґратки, що впливають на погіршення тепловологісного балансу даних приміщень.

Схема системи вентиляції відсутня.

Згідно зібраної інформації про вентиляційну систему закладу, можна зробити висновок, що дана система вимагає ремонту та модернізації.

1.3 Тарифи та прилади обліку енергоносіїв

Згідно договорів про надання послуг з постачання енергоносіїв, заклад щомісячно отримує рахунки за спожиті ресурси та здійснює оплату. Тарифи, типи лічильників, дати повірок та періодичність повірок наведені в таблиці 1.1. Тарифи

за постачання енергоносіїв вказано на період проведення енергетичного обстеження.

Таблиця 1.1 – Тарифи та класифікація систем обліку енергоносіїв

Класифікація	Теплопостачання	Водопостачання	Електропостачання
Тариф	1211,3 грн за Гкал	15,93 грн за м ³	3,10 грн за кВт
Тип лічильника	SENSUSPolluTher mX 100 l/imp DL	SchlumbergerTA4 M 25 DN25 QN 3,5/40	НІК 2301 АПЗВ
Номер лічильника	01350223	00700384	8509533
Дата останньої повірки	07.07.2018	07.07.2018	28.02.2017
Періодичність повірки	4 роки	2 роки	3 роки

Всі засоби обліку енергоносіїв та прилади вимірювання закладу визнано придатними до застосування на підставі результатів проведених повірок.

Повірку лічильників та приладів вимірювання проведено підприємствами: лічильника тепла та води, термометра та манометра - ДП «Сумистандартметрологія», лічильника електричної енергії – ТОВ «ЕНЕРА СУМИ».

1.4 Аналіз споживання енергоносіїв та води

1.4.1 Аналіз обсягів споживання теплової енергії

Кількість спожитої теплової енергії на опалення по місяцям за 2017, 2018 та 2019 роки в одиницях виміру за даними журналу обліку теплової енергії на об'єкті наведено в таблиці 1.2, та рисунку 1.1.

Таблиця 1.2 – Кількість теплової енергії спожитої у 2017 –2019 роках, Гкал

Місяці	2017 рік	2018 рік	2019 рік
Січень	150,661	149,435	145,174
Лютий	134,468	120,935	119,726
Березень	87,724	99,272	91,271
Квітень	51,166	47,508	44,124
Травень	–	–	
Червень	–	–	
Липень	–	–	
Серпень	–	–	
Вересень	–	–	
Жовтень	45,954	51,9	49,247
Листопад	111,753	88,3	84,985
Грудень	112,471	118,1	110,245
Всього	724,197	675,45	644,772

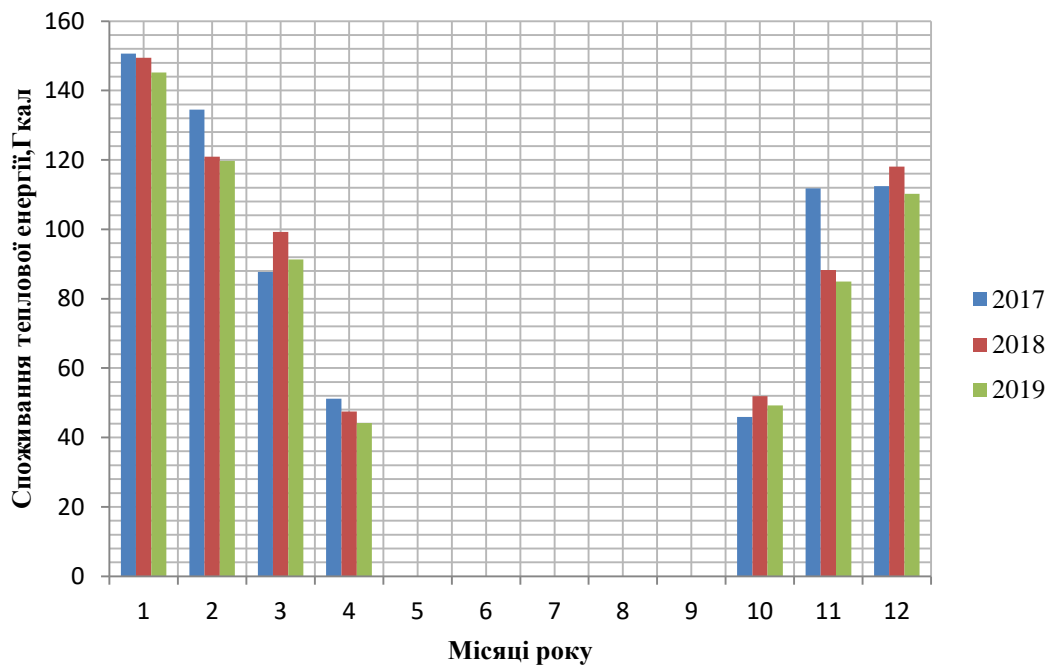


Рисунок 1.1 – Динаміка споживання теплової енергії за 2017 – 2019 роки.

Максимум споживання теплової енергії на опалення приходить на січень, а мінімум – на квітень 2019 року. У першій половині 2018 року спостерігається тенденція до зниження використання теплової енергії, що пов'язано з досить теплою температурою взимку, але у березні спостерігається підвищення споживання порівняно з 2017 та 2018 роками – це пов'язано з подовженням опалювального сезону в цьому році.

1.4.2 Аналіз обсягів споживання електричної енергії

Кількість спожитої електричної енергії по місяцям за 2017, 2018 та 2019 роки в одиницях виміру за даними журналу обліку електричної енергії на об'єкті наведено в таблиці 1.3, та рисунку 1.2.

Таблиця 1.3 – Величина споживання електричної енергії за 2017 – 2019 роки, кВт·год

Місяці	2017 рік,	2018 рік	2019 рік
Січень	5868	6000	5980
Лютий	5720	5500	5410
Березень	5195	3143	3098
Квітень	4920	4654	4452
Травень	4200	3737	3978
Червень	3880	4161	4067
Липень	1860	1848	1789
Серпень	1760	1740	1725
Вересень	1140	1332	1320
Жовтень	5431	6250	6195
Листопад	5298	3937	3985
Грудень	6750	6501	6601
Всього	48758	47637	48600

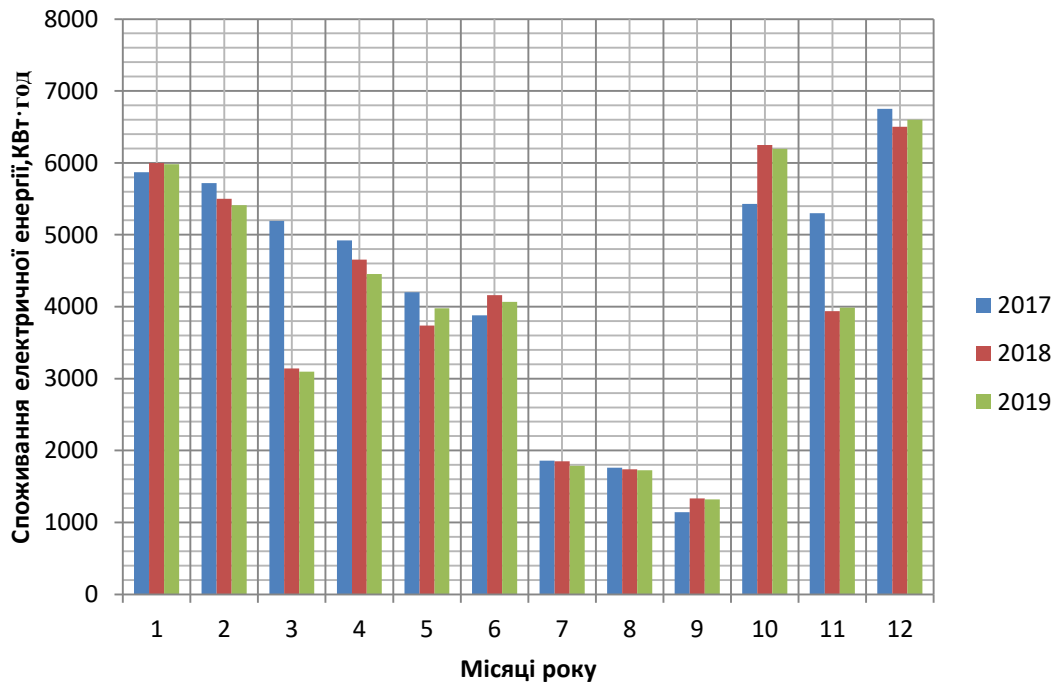


Рисунок 1.2 – Діаграма споживання електричної енергії за 2017-2019 роки

Споживання електричної енергії протягом року не рівномірне. Тенденції до збільшення споживання електроенергії спостерігаються в учбовий та опалювальний період, що пов'язано з більшим використанням електроплит для приготування їжі в їдальні та зниженням рівня природнього освітлення, що спричинює використання додаткового штучного освітлення.

Основним устаткуванням є електричні плити, освітлювальні прилади, холодильники, чайники, комп'ютерне та офісне обладнання.

1.4.3 Аналіз обсягів споживання холодної води

Кількість спожитої холодної води по місяцям за 2017, 2018 та 2019 роки в одиницях виміру за даними журналу обліку на об'єкті наведено в таблиці 1.4, та рисунку 1.3.

Таблиця 1.4 – Споживання холодної води за 2017-2019 роки, м³

Місяці	2017 рік	2018 рік	2019 рік
Січень	110	208	201
Лютий	208	220	214
Березень	225	260	245
Квітень	218	321	258
Травень	205	248	236
Червень	175	284	247
Липень	115	76	69
Серпень	80	30	54
Вересень	110	298	254
Жовтень	220	288	246
Листопад	221	202	201
Грудень	228	288	284
Всього	2066	2723	2509

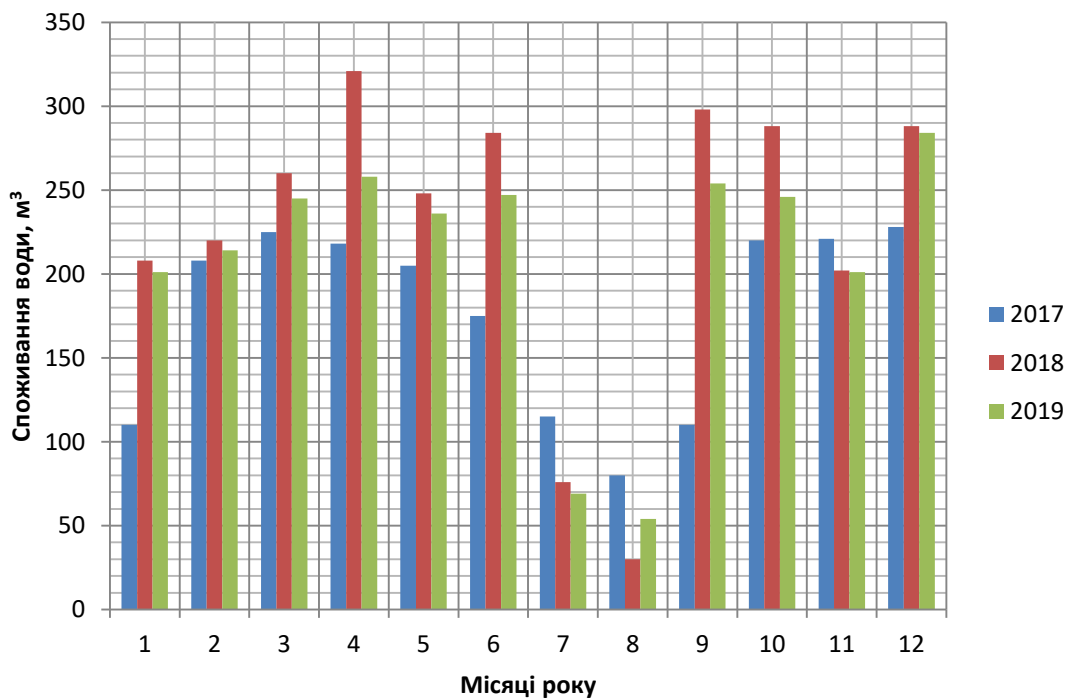


Рисунок 1.3 – Діаграма споживання води за 2016-2018 роки

Споживання води нерівномірне протягом року. Перепади у споживанні води пов'язані з канікулами у літній період. В 2018 році на гістограмі ми бачимо збільшення споживання по всім місяцям порівняно з попередніми роками це обумовлене проведенням ремонтних робіт у закладі. Взагалі споживання води в навчальному закладі оскільки і інших енергоресурсів залежить від соціальних, кліматичних та технічних умов З початком настання осені рівень споживання води збільшується.

1.5 Техніко-економічний аналіз споживання енергоносіїв

1.5.1 Техніко-економічний аналіз споживання тепла

З метою надання об'єктивного висновку про ефективність споживання теплової енергії на опалення будівлі закладу, який обстежується, необхідно провести порівняння дійсних обсягів споживання теплової енергії зі встановленими державними нормами.

Питома потреба (EP) – це показник енергоефективності будинку, що визначає кількість теплоти, яку необхідно подати до об'єму будівлі для забезпечення нормованих теплових умов мікроклімату в приміщеннях і відноситься до одиниці опалювальної площі або об'єму будинку [6, п.3.24]:

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

де $Q_{оп}$ – величина споживаної теплової потужності будинку за весь опалювальний період (за обліковими даними), кВт·год;

$V_{буд}^{оп}$ – опалювальний об'єм будинку, м³.

Питома потреба на опалення будинків повинна відповідати умові [6, п.5.1]:

$$EP \leq EP_{\max}, \quad (1.2)$$

де EP – питома річна енергопотреба будівлі, кВт·год/м³;

EP_{\max} – максимально допустиме значення питомої річної енергопотреби будівлі за опалювальний період, кВт год/м³ [6, п.5.3].

Нормативна питома енергопотреба для будинків та споруд навчальних закладів першої температурної зони становлять [4, табл.1]:

$$EP_{\max} = 30 \frac{\text{кВт} \cdot \text{год}}{\text{м}^3} = 0,026 \frac{\text{Гкал}}{\text{м}^3}.$$

Згідно наданих закладом облікових даних, фактичні питомі тепловитрати на опалення приміщень закладу за рік становлять:

- за 2017 рік – $Q_{\text{оп}} = 724,197$ Гкал;
- за 2018 рік – $Q_{\text{оп}} = 675,45$ Гкал;
- за 2019 рік – $Q_{\text{оп}} = 644,772$ Гкал.

Значення фактичних питомих енерговитрат за періодами опалення становлять:

- за 2017 рік – $EP = 0,028$ Гкал/м³;
- за 2018 рік – $EP = 0,026$ Гкал/м³;
- за 2019 рік – $EP = 0,026$ Гкал/м³.

Осереднене значення показника енергоефективності будинку за визначеними роками становить – $EP = 0,027$ Гкал/м³.

Клас енергетичної ефективності будівлі визначимо за формулою:

$$\left(\frac{EP - EP_{\max}}{EP_{\max}} \right) \cdot 100\%, \quad (1.3)$$

Клас енергетичної ефективності будівлі:

$$\left(\frac{0,027 - 0,026}{0,026} \right) \cdot 100\% = 4\%$$

Згідно з [6] дана будівля відноситься до класу енергетичної ефективності «D».

Отриманий результат по будівлі не відповідає нормативній умові (1.2).

Такий стан усіх технологічних і конструктивних елементів, що визначають енергетичну ефективність процесу створення і підтримки теплового балансу в будівлі, необхідно вважати незадовільними.

1.5.2 Техніко-економічний аналіз споживання електроенергії

Техніко-економічний аналіз споживання електроенергії можна зробити за рахунок порівняння фактичних норм споживання електроенергію з нормованими значеннями. Згідно з нормами споживання електричної енергії навчальним закладом з кількістю дітей 1065 для міста Суми складає 162 кВт·год [7].

Питоме загальне річне енергоспоживання будівлею за роками становить:

- за 2017 рік – 48758 кВт·год;
- за 2018 рік – 47637 кВт·год;
- за 2019 рік – 48600 кВт·год.

Фактичне споживання електричної енергії на одну дитину складає:

- за 2017 рік – $\frac{48758}{1065} = 45,78$ кВт·год;
- за 2018 рік – $\frac{47637}{1065} = 44,73$ кВт·год;
- за 2019 рік – $\frac{48600}{1065} = 45,63$ кВт·год;

З розрахунків видно, що фактичне значення не перевищує норму. Це є добрим показником, але є можливість зменшення споживання електроенергії методом використання приладів з більшою енергоефективністю.

1.5.3 Техніко-економічний аналіз споживання холодної води

За відомими величинами місячних витрат води і відомій кількості працюючих у будівлі визначено питомі показники витрат холодної води на одну особу за добу, які можна порівняти з нормативними величинами споживання води на одну особу відповідно до вимог від міськвиконкому [8].

Норма витрати для загальноосвітньої школи для міста Суми становить 20 л/особу.

Значення фактичних питомих витрат холодної води в л/особу за добу становлять:

- за 2017 рік – $\frac{2066 \cdot 1000}{364 \cdot (1065 + 35 + 73 + 1)} = 4,87$ л/особу;
- за 2018 рік – $\frac{2723 \cdot 1000}{364 \cdot (1065 + 35 + 73 + 1)} = 6,43$ л/особу;
- за 2019 рік – $\frac{2509 \cdot 1000}{364 \cdot (1065 + 35 + 73 + 1)} = 6,32$ л/особу;

Фактичні витрати холодної води не перевищують нормованих.

2 МЕТОДИ ТА МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Проведення вимірювань за допомогою приладів

Для виконання теплотехнічних розрахунків було проведено вимірювання параметрів повітря всередині приміщень досліджуваного об'єкта. Приладом для вимірювання необхідних параметрів є пірометр.

Температуру предметів усередині приміщень було виміряно лазерним пірометром MiniTemp MT2 фірми Raytek (рис 2.1). Переносний низькотемпературний пірометр моделі MT2 – швидкодіючий, компактний і легкий у використанні пірометр пістолетного типу.



Рисунок 2.1 – Лазерний пірометр MiniTemp MT2 фірми Raytek

Завдяки властивостям даного пірометра можна вирішити широке коло задач контролю температури безконтактним методом. Його застосовують для діагностики систем кондиціонування, опалення і вентиляції, обслуговування електромереж і електроапаратури, автомобілів протипожежних систем.

Пірометр дуже простий в експлуатації завдяки лазерному прицілу і дисплею, розташованому на рукоятці пірометра, що показує значення температури даного об'єкта (опалювального приладу).

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики лазерного пірометра МТ2 [9]

Назва параметру	Значення параметру
Коефіцієнт випромінювання	0,95
Наявність лазера (клас II)	Крапковий
Збереження інформації на дисплеї	7 сек
Підсвічування екрана	АВТОМАТИЧНА
Оптичний дозвіл D:S	1:6
Відстань, що рекомендується	До 100 див
Діапазон вимірів	Від -18°C до +275°C
Точність, %	± 2
Час відгуку, мсек	500
Розміри, мм	152×101×38
Вага, кг	0,227

Для отримання даних про якість системи вентиляції досліджуваної будівлі було застосовано термоанемометр «Testo 405» (рис.2.2).

Testo 605-N1 – мініатюрний, недорогий прилад для швидкого вимірювання вологості, температури і точки роси в навколишньому середовищі, у повітрі робочої зони, в системах кондиціонування та вентиляціїю

Прилад має високу точність і стабільність показань завдяки унікальному датчику вологості, який не боїться води, захищений поворотною кришкою і відкривається тільки в процесі вимірювання. Дисплей розташований на поворотній голівці і його завжди видно. Передбачена функція автоматичного відключення через 10 хвилин роботи. Технічні характеристики наведено в таблиці 2.2.



Рисунок 2.2 – Універсальний вимірювач Testo 605-N1

Таблиця 2.2 – Технічні характеристики універсального вимірювача [10]

Назва параметру	Значення параметру
Діапазон вимірювань швидкості потоку повітря	0...10
Похибка вимірювань	±0,01
Роздільна здатність	0,1
Робоча температура	Від 0 до +50 °С
Довжина зонда	125 мм
Діаметр зонда: - в основі - біля чутливого елемента	16 мм 12 мм
Джерело живлення та його ресурс	3 батарейки типу CR 2032, 200 годин (750 вимірів по 2 хв.)

Для отримання даних про стан освітленості на даному об'єкті було використано люксметр типу DE-3350 [11].

Люксметри – це прилади для вимірювання освітленості в приміщеннях різного призначення, на робочих місцях, а також на відкритому просторі. це складна система, до складу якої входить фотодіод, підсилювач сигналу з фотодіода, аналогово-цифровий перетворювач, а також косинусна насадка та світлові фільтри. Працює люксметр на явищі внутрішнього фотоелектричного

ефекту. це процес виникнення електропровідності в напівпровідниках під дією електромагнітного випромінювання (на відміну від зовнішнього фотоефекту, коли відбувається емісія електронів під дією світла).

Недостатнє освітлення суттєво знижує продуктивність праці, викликає сонливість, призводить до передчасної втоми навіть у працівника після відпочинку, знижується ефективність прийнятих рішень і дій, зростає ймовірність помилок, що призводять до захворювань, травм і навіть летальних випадків. Існує навіть така сумна статистика, яка свідчить, що у 20 % випадків травми виникали через недостатню освітленість на виробництві, а в 5% - саме слабка освітленість робочого місця була причиною нещасних випадків.

Вимірювальна рулетка служила для визначення геометричних розмірів приміщень. Границя виміру приладу складає 10 м, похибка $\pm 0,5$ мм [12].

2.2 Результати проведеного вимірювання

Вимірювання проводилось 19.11.2019 р. Система опалення була включена. Температура зовнішнього повітря становила: -3°C .

Вимірювані параметри склали:

1) середня температура повітря по приміщенням школи склала $T_{\text{в}} = 21^{\circ}\text{C}$, що відповідає санітарним вимогам.

2) температура теплоносія в системі опалення $T_1 = 55^{\circ}\text{C}$; $T_2 = 45^{\circ}\text{C}$.

3) відносна вологість повітря – 58%, що відповідає вимогам норм і правил.

4) середня освітленість складає 300 люкс, що відповідає вимогам норм.

2.3 Прогнозування в енергетиці. Основні визначення та поняття

Суспільне життя неможливе без передбачення майбутнього, без прогнозування перспектив його розвитку [13]. Різні види прогнозів необхідні для визначення шляхів розвитку суспільства й економічних ресурсів, що забезпечують їх досягнення, для виявлення найбільш ймовірних та економічно ефективних варіантів довгострокових, середньострокових і поточних планів, обґрунтування

основних напрямків енергетичної, економічної та технічної політики, передбачення наслідків ухвалених рішень і здійснюваних у цей момент заходів. В умовах науково-технічного прогресу й удосконалення енергетичної системи держави прогнозування набуває значення одного з вирішальних наукових факторів формування стратегії і тактики енергетичного розвитку [13].

Прогноз – це науково обґрунтоване, ймовірне судження про можливий стан об'єкта у майбутньому, про альтернативні шляхи і терміни його реалізації. Процес розроблення прогнозів називається прогнозуванням. Одним із важливих напрямків прогнозування суспільного розвитку є енергетичне прогнозування, оскільки стратегія розвитку цієї галузі багато в чому визначає напрямки розвитку інших галузей національних господарств та світу в цілому [13].

Енергетичне прогнозування – це процес розроблення енергетичних прогнозів, що ґрунтується на наукових методах пізнання явищ в енергетиці і використанні всієї сукупності методів, засобів і способів прогностики [13].

Прогнозування, у тому числі енергетичне, співвідноситься з більш широким поняттям – передбаченням як випереджальним відображенням дійсності, що базується на пізнанні законів природи, суспільства і мислення. Залежно від ступеня конкретності і характеру впливу на хід досліджуваних процесів розрізняють три форми передбачення: гіпотезу (загальнонаукове передбачення), прогноз і план.

Гіпотеза – судження, що характеризує наукове передбачення на рівні загальної теорії. Це означає, що вихідну базу побудови гіпотези складають теорія й відкриті на її основі закономірності, а також причинно-наслідкові зв'язки функціонування і розвитку досліджуваних об'єктів. На рівні гіпотези дається якісна характеристика об'єктів, що виражає загальні закономірності їх поведінки [13].

Прогноз порівняно з гіпотезою має більшу визначеність, оскільки ґрунтується не лише на якісних, але й на кількісних параметрах і тому дозволяє характеризувати майбутній стан об'єкта також і кількісно [14]. Таким чином, прогноз відрізняється від гіпотези більшою імовірністю. У той самий час зв'язки прогнозу з досліджуваним об'єктом, явищем не є фіксованими, однозначними – прогноз має ймовірний характер [14].

Імовірність прогнозу, тобто його здійсненість, досягається:

- забезпеченістю конкретною вихідною інформацією [14];
- відповідністю (адекватністю) прийнятих методів добору інформації, її аналізу і перетворення, а також самого прогнозування [14];
- компетентністю прогнозистів та їх обдарованістю, у першу чергу здібністю і навичками евристичного підходу й талантом інтуїції [14].

План є постановленням точно визначеної мети і передбаченням конкретних, детальних подій розвитку досліджуваного об'єкта. У ньому фіксуються шляхи і засоби розвитку відповідно до поставлених завдань, упорядковуються ухвалені управлінські рішення. Його головна відмінність – визначеність і директивність завдань. Таким чином, у плані передбачення набуває найбільшої конкретності і визначеності [14].

Між прогнозом і планом існують певні розбіжності. Головна з них полягає в тому, що план має директивний, а прогноз – ймовірний характер. План – це однозначне рішення, у тому числі й тоді, коли він розробляється на варіантній основі. Прогноз же за своєю природою має альтернативний, варіантний зміст. У цьому змісті прогнозування являє собою дослідницьку базу планування, що має, однак, власну методологічну і методичну основу, яка багато в чому відрізняється від планування. Розроблення прогнозів ґрунтується на прогностичних методах, у той час як планування спирається на більш суворі й точні методи балансових та інших розрахунків [14].

Поширеною методикою опису тих або інших процесів і явищ є моделювання. Воно вважається досить ефективним інструментом прогнозування можливої появи нових або майбутніх технічних засобів і рішень в енергетиці [14]. Модель конструюється суб'єктом дослідження так, щоб операції відображали характеристики об'єкта (взаємозв'язки, структурні і функціональні параметри і т. п.), які є суттєвими для мети дослідження. Тому питання про якість такого відображення – адекватності моделі об'єктові – правомірно вирішувати лише щодо визначеної мети. Конструювання моделі на основі попереднього вивчення об'єкта і виділення його суттєвих характеристик, експериментальний і теоретичний аналіз моделі, зіставлення результатів з даними об'єкта, коригування моделі складають зміст методу моделювання [14].

Метод моделювання, розроблення якого при прогнозуванні науково-технічного прогресу в енергетичній галузі стикається із серйозними труднощами, вимагає особливої уваги. Труднощі застосування методу моделювання у прогнозуванні розвитку енергетичних об'єктів обумовлюються складністю структури технічного розвитку і тому змушують користуватися не однією моделлю, а системою методів і моделей, що характеризуються визначеною ієрархією і послідовністю [14].

Така система припускає певне чергування використання моделей для цілей складання комплексного прогнозу. Під економіко-математичною моделлю розуміють методику доведення до повного, вичерпного опису процесу одержання й обробки вихідної інформації і правил розв'язання розглянутої задачі у досить широкому класі конкретних випадків [14].

Використання математичного апарату для опису моделей (включаючи алгоритми та їх дії) пов'язано з перевагами математичного підходу до багатостадійних процесів обробки інформації, використанням ідентичних засобів формування завдань, пошуку методів їх розв'язання, фіксації цих методів та їх перетворення на програми, розраховані на застосування засобів обчислювальної техніки [14].

Розроблення системи моделей прогнозування проходить три етапи. На першому етапі розроблення локальних методик прогнозування розробляються окремі моделі і підсистеми моделей прогнозування. Розроблені моделі повинні бути взаємно пов'язаними, і утворювати єдину систему для цілей прогнозування, яка забезпечує взаємодію окремих моделей відповідно до визначених вимог [14].

Третій етап створення системи моделей прогнозування в основному пов'язаний з уточненням і розвитком окремих локальних систем і методик у ході практичного їх використання для цілей комплексного прогнозування розвитку енергетичних об'єктів [14].

При складанні детальних програм досліджень для першого і другого етапів необхідно враховувати, що завдання методики і коло проблем та показників, розроблюваних при прогнозуванні, істотно залежать від термінів прогнозів. Зі

збільшенням тривалості прогнозованого періоду відбувається укрупнення показників, зменшується кількість наявної і доступної інформації усіх видів; цьому відповідає використання укрупнених (агрегованих) моделей, розгляд більш великих синтетичних проблем [14]. При цьому необхідно виявити показники, які пов'язані стійкими функціональними зв'язками як між собою, так і з показниками прогнозів на менш тривалий період та які суттєво впливають на динаміку показників для періоду в цілому й окремих його частин (принцип добору суттєвої і стійкої інформації) [14].

Застосування математичних методів є необхідною умовою для розробки і використання методів прогнозування, яка забезпечує високі вимоги до обґрунтованості, дієвості і своєчасності прогнозів розвитку енергетичних об'єктів .

3 РОЗРАХУНКОВИЙ АНАЛІЗ ОБСТЕЖУВАНОЇ СИСТЕМИ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ

3.1 Розрахунок теплової потужності будівлі

Методика розрахунку теплової потужності будівлі наведено в [15]

Приклад розрахунку потужності системи опалення

Результати розрахунку опору теплопередачі огорожувальних конструкцій корпусів закладу, який обстежується, отримані відповідно до методики розрахунку [15] представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій

№ п/п	Найменування конструктивного елементу	Матеріал шару	Товщина шару, $\delta_i, \text{м}$	Тепло- провідність $\lambda_i, \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$	$R_{\Sigma \text{пр}},$ $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$	$R_{q \text{min}},$ $\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$
1	Стіни	Керамзитобетонні панелі	0,4	0,51	3,31	3,3
		Цементно-піщана штукатурка	0,02	0,81		
		Утеплювач	0,1	0,042		
2	Стеля	Залізобетонна плита	0,22	1,92	1,62	5,35
		Керамзит	0,15	0,12		
		Руберойд	0,01	0,17		
3	Вікна	Пластикові	–	–	0,75	0,75
4	Двері	Пластикові	–	–	0,6	0,6
5	Підлога	Залізобетон на плита	0,22	1,92	0,43	3,75
		Бетонна стяжка на гравії	0,05	1,86		
		Лінолеум	0,005	0,35		

Отримані результати розрахунку опору теплопередачі свідчать про те, що теплозахисні властивості зовнішніх огорожень, крім підлоги, незадовільні ($R_{\Sigma \text{пр}} \ll R_{q \text{min}}$), що вимагає впровадження енергозберігаючих заходів щодо збільшення їх опору теплопередачі [15].

Приклад розрахунку тепловтрат будівлі згідно [15]

Тепловтрати через стіни:

$$Q_{cm} = \frac{3240}{3,31} \cdot (21 - (-25)) \cdot 1 = 45027,2 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через вікна:

$$Q_{вкн} = \frac{623,25}{0,75} \cdot (21 - (-25)) \cdot 1 = 38226 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через підлогу:

$$Q_{подл} = \frac{2550}{0,43} \cdot (21 - 8) \cdot 1 = 77093 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через дах:

$$Q_{дах} = \frac{2550}{1,62} \cdot (21 - (-25)) \cdot 1 = 72407,4 \text{ Вт.}$$

Тепловтрати через двері:

$$Q_{двер} = \frac{9,6}{0,6} \cdot (21 - (-25)) \cdot 1 = 736 \text{ Вт.}$$

Визначення додаткових тепловтрат [15].

Додаткові тепловтрати через стіни:

$$Q_{cm}^d = 45027,2 \cdot 0,13 = 5853,5 \text{ Вт.}$$

Додаткові тепловтрати над холодним підвалом:

$$Q_{\text{ндл}}^{\text{д}} = 0,05 \cdot 77093 = 3854,7 \text{ Вт.}$$

Додаткові тепловтрати через вентиляцію:

$$Q_{\text{в}} = 0,28 \cdot 26054,7 \cdot 1,005 \cdot 1,3 \cdot (21 - (-25)) \cdot 0,8 \cdot 0,9 = 285421,7 \text{ Вт.}$$

Розрахунок середньої кратності повітрообміну:

$$n_k = \frac{\frac{7996,8 \cdot 16}{24} + \frac{4883,615 \cdot 0,8 \cdot 24}{24 \cdot 1,3}}{0,85 \cdot 23557,5} = 0,8 \text{ год}^{-1}$$

Сумарні розрахункові тепловтрати приміщень знаходимо по формулі:

$$\sum Q_{\text{впр}} = 45027,2 + 38226 + 77093 + 72407,4 + 736 + 5853,5 + 3854,7 + 285421,7 = 528619,5 \text{ Вт.}$$

Графічне зображення тепловтрат приведено на рисунку 3.1



Рисунок 3.1 – Види тепловтрат школи

З розрахунку видно, що найбільше витрат йде на вентиляцію 53%. Також витрати йдуть через дах 14% та підлогу 15 %.

Визначення видів тепло надходжень за методикою [15]

Приклад розрахунку теплонадходження від людей:

$$Q_{\text{л}} = 1 \cdot 0,65 \cdot (2,5 + 10,3 \cdot \sqrt{0,15}) \cdot (35 - 20) \cdot 1065 = 99459,5 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від працюючого електроустаткування

Теплонадходження від працюючого електроустаткування розраховується за формулою (4.12):

$$Q_{\text{л}} = 21000 \cdot (1 - 0,9 \cdot 0,9 + 0,75 \cdot 0,9 \cdot 0,9) \cdot 0,295 = 4940,51 \text{ Вт}$$

Теплонадходження від джерел освітлення:

$$Q_{\text{осв}} = 356 \cdot 95 + 289 \cdot 20 = 39600 \text{ Вт}$$

Приклад розрахунку:

$$Q_{\text{рад}} = (461,25 \cdot 250 + 100 \cdot 162) \cdot 0,5 = 65756,3 \text{ Вт}$$

Визначимо сумарні теплонадходження:

$$\sum Q_{\text{тн}} = 99459,5 + 4940,51 + 39600 + 65756,3 = 209756,3 \text{ Вт}$$

Визначення теплової потужності всієї будівлі [15]

$$\Delta Q = 528619,5 - 209756,3 = 318863,2 \text{ Вт.}$$

4 РОЗРОБКА МОЖЛИВИХ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИХ ЗАХОДІВ, СПРЯМОВАНИХ НА ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СПОЖИВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РЕСУРСІВ У БУДІВЛІ

4.1 Опис можливих енергозберігаючих заходів

Проаналізувавши дані, що були отримані під час інструментального обстеження будівлі, візуального обстеження та розрахунку тепловтрат, пропонується впровадження наступних енергозберігаючих заходів:

- заміна елеваторного вузла на індивідуальний тепловий пункт з погодозалежною автоматикою з можливістю зниження подачі тепла в неробочий час;
- утеплення огорожувальних конструкцій (стеля);
- встановлення сонячних колекторів на даху будинку;
- встановлення рекуператора теплоти.

4.2 Опис заходів

4.2.1 Заміна елеваторного вузла на індивідуальний тепловий пункт з погодозалежною автоматикою з можливістю зниження подачі тепла в неробочий час

Практика застосування систем погодозалежного регулювання (зокрема встановлення автоматизованого індивідуального теплового пункту) та комерційного обліку тепла підтверджує значне скорочення енергоспоживання (до 30%), при цьому споживачі тепла отримують реальну економію та можливість підвищити рівень комфорту свого проживання [16]. Оптимізація існуючої неощадної системи теплопостачання має бути першочерговим завданням серед заходів з термомодернізації [16].

Досягти встановленої мети економії енергоресурсів при одночасному покращенні роботи системи опалення дозволяють індивідуальні теплові пункти (ІТП), які можуть бути застосовані як для нового будівництва так і при реконструкції. Такі індивідуальні теплові пункти виготовляються у відповідності до проектної документації та технічних умов теплопостачальної компанії [16].

ІТП може складатися з декількох модулів: модуля обліку тепла, модуля системи опалення (залежна чи незалежна схема приєднання), модуля системи гарячого водопостачання (ГВП) та модуля системи вентиляції [16].

Модульне виконання забезпечує компактні розміри та значну економію простору. Як правило, ІТП збирається на одній рамі разом з необхідними підключеннями та щитом автоматики. Завдяки коротким термінам виготовлення та простоті монтажу вдається досягти економічного ефекту в порівнянні з традиційним підходом до збирання модулів «за місцем». Автоматизовані індивідуальні теплові пункти дозволяють віддалено контролювати параметри роботи обладнання. У разі виникнення аварійних ситуацій інформація надсилається у диспетчерський центр [16].



Рисунок 4.1 – Зовнішній вигляд ІТП

Вартість обладнання з доставкою та монтажем складає: $K=400000$ грн [17].

Економія теплової енергії після встановлення ІТП складе 30%.

За 2018-2019 опалювальний рік школою було спожито 644,772 Гкал теплової енергії.

Тоді:

$$E=644,772 \cdot 0,3=193,4 \text{ Гкал.}$$

В грошовому еквіваленті економія складе:

$$\Delta E = 1211,3 \cdot 193,4 = 234265 \text{ грн.}$$

Простий термін окупності:

$$T = \frac{400000}{234265,4} = 1,7 \text{ року.}$$

4.2.2 Утеплення огорожувальних конструкцій (стеля)

Для утеплення даху будівлі пропонується пінополіуретан, теплопровідність якого складає $\lambda=0,037$ Вт/(м·К) [18].

Пінополіуретан - має високий ступінь зчеплення з різними будівельними матеріалами такими як: цегла, метал, деревина, штукатурка і т.п.

Пінополіуретан (ППУ) - матеріал, стійкий до кислотних і лужних середовищ, не схильний до пошкодження гниттям, цвіллю і гризунами, не впливає на фізіологію людини, що підтверджують сертифікати видані службами у сфері захисту прав споживачів і благополуччя людини [18].

Пінополіуретан - поліуретанова піна - теплоізоляційний матеріал, який дозволяє покривати поверхні будь-якої складності і форми, повторюючи в точності

конструкцію і отримуючи покриття без єдиного стику з високим ступенем вологостійкості, перешкоджаючи утворенню корозії [18].

Пінополіуретан (ППУ) - матеріал з гарантованим терміном служби від 25 років [18].

Теплопровідність даного типу матеріалу складає $\lambda_{ym} = 0,037 \text{ Вт} / \text{м} \cdot \text{К}$ [18].

Визначимо товщину ізоляційного шару для утеплення даху за формулою [15]:

$$\delta_{yt.} = [R_{q \min} - R_{\Sigma \text{ пр}}] \cdot \lambda_{yt} = [4,95 - 1,62] \cdot 0,03 = 0,1 \text{ м.}$$

де: $R_{q \min} = 4,95 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$ – мінімальний термічний опір стін [6];

Величина площі даху, який необхідно утеплювати, складає – 2550 м².

Втрати теплової енергії через дах після утеплення складуть:

$$Q_o^{ym} = \frac{2250}{4,95} \cdot (21 - (-25)) = 20909,1 \text{ Вт.}$$

Економія втрат теплоти

$$\Delta Q = 72407,4 - 20909,1 = 51498,3 \text{ Вт} = 51,5 \text{ кВт.}$$

Річна економія теплової енергії після впровадження заходу :

$$Q_o^{Ek. \text{ рік}} = \Delta Q_o \cdot \frac{(t_e - t_{cp.on})}{(t_e - t_3)} \cdot 24 \cdot n_{оп}, \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік.} \quad (4.1)$$

де $t_{cp.on} = -1,4^\circ \text{C}$ – середня температура зовнішнього повітря за опалювальний період Сумської області [19].

$n_{оп} = 187$ – тривалість опалювального періоду, діб.

За формулою знаходимо річну економію теплової енергії після впровадження заходу:

$$Q_0^{pik} = 51498,3 \cdot \frac{(21+1,4)}{(21-(-25))} \cdot 24 \cdot 187 \cdot 10^{-3} = 107523,1 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

$$107523,1 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 92,4 \text{ Гкал} / \text{рік};$$

У грошовому еквіваленті ця економія складе:

$$E = 92,4 \times 1211,3 = 111924,12 \text{ грн.}$$

Ціна за 1 м² товщиною 100 мм при площі покриття більше 1000 м² включаючи роботу складає 330 грн [18]. Орієнтована загальна сума капітальних витрат для впровадження запропонованого заходу знайдемо за формулою:

$$K_{зах} = 2550 \cdot 330 = 841500 \text{ грн.}$$

Визначимо простий термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{841500}{111924,12} = 7,5 \text{ років.}$$

4.2.3 Встановлення сонячних колекторів на даху будинку

Сонячний колектор – це пристрій, який поглинає енергію сонця і виробляє нагрів матеріалу - теплоносія або води, тобто перетворює в тепло. Це тепло виводиться з сонячного колектора за допомогою тонких мідних трубок, ці мідні трубки заповнені спеціальною легко закипаючою рідиною. Далі це тепло передається накопичувальному бойлеру з теплообмінником. Таким чином, нагрівається вода для гарячого водопостачання будівлі.

Пропонується встановити сонячний комплект «ATMOSFERA» [20].

Даний комплект складається з 6 секцій по 25 трубок. Розмір однієї секції 1650x1900мм. Насосна група і автоматика в комплекті.

Визначимо кількість теплової енергії яку вироблять 4 сонячних колектора за рік по формулі:

$$Q = n \cdot S \cdot q \cdot 365 \cdot \eta, \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}, \quad (4.2)$$

де n – кількість сонячних колекторів, шт;

q – середньорічний показник випромінювання сонячної радіації для міста Суми з урахуванням сонячних та хмарних днів ($q=95$ кВт год/м²);

S – площа сонячного колектора ($S=1,6$ м²);

η - ККД ($\eta=70\%$).

Тоді:

$$Q = 6 \cdot 1,6 \cdot 95 \cdot 365 \cdot 0,7 = 23301,6 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}$$

$$23301,6 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 20,1 \text{Гкал}$$

При тарифі 1211,3 грн/Гкал річна економія складе:

$$\Delta E = 20,1 \cdot 1211,3 = 24347,13 \text{грн} / \text{рік}.$$

Витрати на встановлення сонячного колектора складають 125600 грн, а монтаж 15% від загальної вартості установки. Тоді капітальні витрати будуть становити:

$$K = 125600 + (125600 \cdot 0,15) = 144400 \text{грн}.$$

Простий термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{K}{\Delta E} = \frac{144400}{24347,13} = 5,9 \text{ років.}$$

4.2.4 Встановлення рекуператора теплоти

Для зменшення втрат тепла через вентиляцію пропонується встановити механічну припливно-витяжну вентиляцію з рекуперацією тепла. Цей захід не тільки зекономить кошти на оплату теплової енергії, але й за використану електричну енергію, так як зменшетеся використання кондиціонерів [21].

Пропонується встановити рекуператор Prana — це приточно-витяжна прямоточна система вентиляція (приток і витяжка відбуваються одночасно без змішування повітряних потоків) (рис 4.2). Корпус вентиляційної системи виконано з харчового АВС пластику [21]. В якості рекуператора повітря використовується вискоефективний мідний теплообмінник. Система видаляє з приміщення повітря, яке забруднено мікрочасточками пилу та диму і забезпечує приток свіжого і чистого повітря ззовні. При цьому припливне та витяжне повітря проходить різними каналами і не змішується. Під час вентиляції відбувається міжканальна передача тепла, що, власне, й забезпечує енергоефективність системи у будь-яку пору року. Можливість регулювання обсяг повітря, що надходить і видаляється, забезпечує комфорт в приміщенні [21].

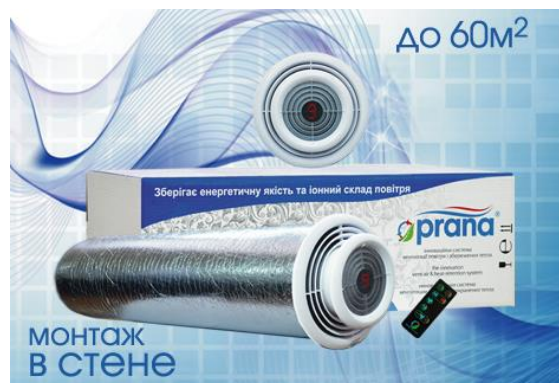


Рисунок 4.2 – Рекуператор Prana [21]

Нагріте повітря, що видаляється зсередини приміщення, передає тепло холодному повітрю ззовні через стінки теплообмінника. Завдяки рекуператору ПРАНА коефіцієнт утилізації тепла системою сягає 83%. Те, що система ПРАНА не містить фільтрів, дає змогу отримувати свіже живе повітря, коефіцієнт енергетичної якості якого складає 95-97% [21].

Характеристика побутової моделі рекуператора Прана-150:

Природній повітрообмін – 7-8 м³;

Максимальний приток – 115 м³;

Максимальна витяжка – 105 м³;

ККД – 83%;

Споживання електричної енергії – 6-32 Вт/год.

Рекомендована площа приміщення, що обслуговуватиметься однією системою - до 60 м².

Виробником рекомендується встановити 30 рекуператорів Прана-150.

Визначимо економію теплової енергії при використанні рекуператора Прана-150

$$\Delta Q_{6,6} = \eta \cdot Q_{6,6} = 0,83 \cdot 285421,7 = 236900 \text{Вт} \cdot \text{год} / \text{рік} = 236,7 \text{кВт} \cdot \text{год} / \text{рік}.$$

Запропонований захід дасть близько 20% економії коштів, які витрачаються на придбання брикетів для опалення приміщення:

$$E = 781012 \cdot 0,2 = 156202 \text{грн}.$$

Згідно інформації виробника вартість однієї установки становить 8550 грн [], доставка безкоштовна. Вартість робіт по встановленню рекуператора складає 10% від вартості установки. Вартість впровадження заходу знаходимо по формулі :

$$C_{впов}^{6,6} = n \cdot (C_{тов} + C_{роб}) = 30 \cdot (8550 + 0,1 \cdot 8550) = 282150 \text{грн}.$$

Визначаємо термін окупності:

$$T = \frac{282150}{156202} = 1,8 \text{ року.}$$

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати під час роботи енергоменеджера під час роботи на об'єкті

Під час роботи на об'єкті на енергменеджера можуть впливати один, або низка небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Безпека того чи іншого технологічного процесу може бути визначена за їх кількістю і за ступенем небезпеки кожного з них зокрема. Безпека праці на виробництві визначається ступенем безпеки окремих технологічних процесів [22].

Небезпечні й шкідливі виробничі фактори стандартом ГОСТ 12.0.003-74 поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психофізіологічні [23]. Останні за характером впливу на людину підрозділяються на фізичні й нервово-психічні перевантаження, а інші - на конкретні небезпечні й шкідливі виробничі фактори.

5.1.1 Характеристика та порівняння з нормованими показниками небезпечних факторів

Електробезпека

На основі «Правила улаштування електроустановок» [24] практично всі приміщення відносяться до 2-ої категорії «Приміщення з підвищеною небезпекою», оскільки в них розміщені персональні комп'ютери, кондиціонери.

У приміщеннях відсутні відкриті струмопровідні частини. Ураження електричним струмом можливо тільки у разі несправності апаратури і живлячих кабелів. Вся електропроводка проводиться в захищених від людини місцях, що виключає можливість пошкодження її ізоляції працівниками.

Для захисту від ураження електричним струмом в будівлі наявні:

- заземлення всіх установок з опором не більш 4 Ом;
- застосовується прихована електропроводка в захищаючих від механічних пошкоджень трубах;

- маркіровані роз'єми і розетки;
- аварійні рубильники виключення всього електроживлення.

Пожежна безпека

Пожежу супроводжують такі небезпечні фактори: відкритий вогонь та іскри, висока температура повітря, предметів, обладнання, токсичні продукти горіння, дим, низька концентрація кисню, обвалення, пошкодження будинків та споруд, вибух.

Приміщення будівлі оснащено первинними засобами пожежогасіння: внутрішніми пожежними водопроводами, ручними вогнегасниками. Згідно з ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні» [25] будівля відноситься до категорії В пожежної безпеки приміщень. Пожежні крани встановлені в коридорах, на майданчиках сходових кліток, коло входів. Щити протипожежного захисту повинні оснащені ручними вогнегасниками. Для гасіння пожеж в замкнутих об'ємах, якими і є приміщення, застосовують вуглекислий газ для припинення подачі кисню повітря до вогнища спалаху.

Первинними засобами пожежогасіння можуть слугувати ручні вогнегасники типу: ОУ-6 і ОУ-8.

Мікроклімат в приміщенні

Мікрокліматичні умови характеризуються такими показниками:

- температура повітря,
- відносна вологість повітря,
- швидкість руху повітря,

В приміщенні проводяться роботи легкої категорії (Ia). Тобто майже всі роботи виконуються сидячи та супроводжуються незначним фізичним напруженням.

В таблиці 5.1 приведені оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні приміщень.

Таблиця 5.1 – Оптимальні та фактичні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні приміщень для легкої категорії робіт (Іа).

Період року	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
	Оптим.	Фактична	Оптим.	Фактична	Оптим.	Фактична
Холодний	20-22	20-21	40-60	58	≥ 0,1	0,02-0,18
Теплий	23-25		40-60		≥ 0,2	

Аналізуючи дані, можна сказати що температура, вологість в приміщеннях задовільна.

Освітлення робочої зони

Освітлення робочого місця – найважливіший чинник створення нормальних умов праці. У даній будівлі застосовується комбіноване освітлення, яке складається із загального та місцевого. Місцеве освітлення створюється світильниками, що концентрують світловий потік безпосередньо на робочих місцях. Застосування лише місцевого освітлення не допускається з огляду на безпеку виробничого травматизму та професійних захворювань.

Природне освітлення здійснюється через світлові отвори (вікна) в приміщеннях. Штучне освітлення приміщень здійснюється люмінесцентними лампами та лампами розжарювання.

Коефіцієнт природнього освітлення (при боковому освітленні) в приміщенні для зорової роботи IV (в) точності має становити $e_n = 1,5 \%$.

Освітленість робочої поверхні має відповідати нормам встановленим ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [26] для зорової роботи IV в точності і становити 300 лк.

Шум

У приміщеннях, де встановлена обчислювальна техніка і електронні пристрої основним джерелом шуму є вентилятори охолодження блоків апаратури, а також кондиціонери. Шум вентиляторів є середньочастотним. Рівень шуму в приміщеннях для теоретичних робіт і обробки даних, а також для операторів ЕОМ повинен бути не більше 50 дБА [27].

5.2 Правила виконання робіт на обладнанні, що знаходиться під напругою

Аби уникнути ураження електричним струмом при користуванні побутовими та промисловими електроприладами на виробництві (холодильники, телевізори, комп'ютери, обігрівачі, кондиціонери, електропідігрівачі води і т. інше) слід дотримуватись наступних правил [28]:

1. користуватись електрообладнанням, як правило , шнури живлення якого мають триполюсну вилку з попереджувачим включенням заземлюючого (занулюючого) проводу [28];

2. не вмикати в електромережу електрообладнання, шнури живлення якого мають пошкоджену ізоляцію [28];

3. не вмикати в електромережу електрообладнання, яке має пошкоджені або ненадійно з'єднані з електрошнуром живлення, вилками, розетками та подовжувачами [28];

4. не вмикати електрообладнання в розетку, які не мають захисних направляючих вилок, кришок [28];

5. не користуватись пошкодженими розетками, відгалужувальними коробками, вимикачами та іншою електроарматурою, а також електролампами, скло яких має сліди затемнення або випинання [28];

6. не користуватись саморобними подовжувачами, які не відповідають ПУЕ, що пред'являються до переносних електропроводок [28];

7. не застосовувати для опалення приміщень нестандартного (саморобного) електронагрівального обладнання або ламп розжарювання [28];

8. при користуванні електроспоживачами, які мають окремий, самостійний провід заземлення, перед включенням його в електромережу, перевірити наявність та надійність приєднаного заземлюючого проводу до відповідних клем [28];

9. по можливості уникати доторкання до металевих частин електроспоживачів увімкнених в електромережу [28];

10. не торкатися руками до обірваних та оголених проводів електромережі, електроспоживачів [28];

11. не замінювати самостійно зіпсовані електрозапобіжники, електролампи, не проводити ремонт електроспоживачів, електромережі;

12. при прибиранні пилу з електроспоживачів, митті холодильників, підлоги, їх слід обов'язково відключити від електромережі [28];

13. не залишати без догляду працюючі електроспоживачі [28].

5.3 Порядок евакуації відвідувачів із освітнього закладу

Евакуація – це організоване виведення чи вивезення із зони надзвичайної ситуації або зони можливого ураження населення, якщо виникає загроза його життю або здоров'ю, а також матеріальних і культурних цінностей, якщо виникає загроза їх пошкодження або знищення [29].

Евакуаційні заходи [30]:

- розробляються адміністрацією закладу та затверджуються наказом керівника;
- переглядаються 1 раз на 5 років або в разі потреби;
- підлягають ознайомленню всі учасники навчально-виховного процесу з відповідною реєстрацією у спеціальних журналах;
- плани, схеми, інформація з даного питання вивішуються на видних місцях;
- періодично, не менше ніж 2 рази на рік, проводиться обстеження шляхів евакуації, а також усіх підсобних приміщень, будівель, горищ та підвалів, закріпленої за закладом території (зі складанням відповідного акту);

- на початку та наприкінці навчального року проводиться практичне відпрацювання дій за планом евакуації, що оформляється документально.

Порядок оповіщення працівників, співробітників і відвідувачів школи та їх евакуації з приміщення при надзвичайних ситуаціях (пожежа, стихійне лихо, інформація про загрозу скоєння терористичного акту тощо) та порядок їх охорони розробляються директором школи спільно з відповідальними за ведення роботи з охорони праці, протипожежної та електробезпеки [30].

За встановленим сигналом оповіщення всі відвідувачі, робітники, співробітники, а також робітники, які здійснюють ремонтно-будівельні роботи в приміщенні школи евакуюються з будівлі згідно з планом евакуації (Додаток Е), що знаходиться в приміщенні школи на видному і доступному для відвідувачів місці.

При евакуації необхідно виконати наступні дії:

- без поспіху, істерик та паніки зберіть службові документи в сейф або в шухляди столу, що закриваються на ключ;
- візьміть із собою особисті речі, документи, гроші, цінності;
- закрийте вікна, вимкніть оргтехніку, електроприлади, освітлення;
- візьміть із собою та при необхідності використовуйте індивідуальні засоби захисту (протигаз, респіратор);
- закрийте двері на ключ, ключ залиште у замку;
- залишіть приміщення, рухайтесь маршрутами, які позначені в схемах евакуації;

повертайтеся в покинуте приміщення тільки після дозволу відповідальних осіб.

Пропуск відвідувачів в приміщення школи припиняється. Працівники школи і відповідальні особи приймають заходи по евакуації і забезпечення безпеки людей, що знаходяться в приміщенні, при прибутті співробітників відповідних служб для ліквідації надзвичайної ситуації забезпечують їх безперешкодний пропуск в будівлю школи [30].

ВИСНОВКИ

В магістерській роботі основна увага була приділена підвищенню ефективності функціонування систем енергоспоживання будівлі шляхом діагностування стану її огорожуючих конструкцій, аналізу фактичного споживання енергоресурсів за останні три роки, режимів споживання енергетичного обладнання, діагностування стану та режимів функціонування енергоспоживаючих систем, вивчення технічних можливостей їх модернізації для запровадження нових технологій з використання у тому числі альтернативних видів енергоресурсів та енергії, розрахунок економічної доцільності їх впровадження., оскільки після ознайомлення з динамікою споживання ПЕР на об'єкті дослідження, став очевидним факт, що найбільше коштів витрачається на оплату теплової енергії на потреби опалення.

1) Виконано аналіз річного споживання електричної енергії, теплової енергії холодної та гарячої води.

2) Виконано обстеження енергетичних систем і системи водопостачання та водовідведення об'єкта. Розглянуті типи приладів обліку всіх спожитих енергетичних ресурсів.

3) Виконано розрахунок теплових втрат та теплових надходжень в будівлі. В результаті розрахунків було знайдено значення теплової потужності будівлі, яка склала $\Delta Q = 318863,2 \text{ Вт}$.

Запропоновані наступні заходи з модернізації енергетичних систем:

- встановлення індивідуального теплового пункту (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 400000 грн; економія в грошовому еквіваленті – 228908,2 грн; термін окупності заходу – 1,7 року);

- утеплення зовнішніх огорожуючи конструкцій (стеля) (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 841500 грн; економія в грошовому еквіваленті – 109364,6 грн; термін окупності заходу – 7,7 року);

- встановлення сонячних колекторів на даху будинку (капітальні вкладення на впровадження заходу складають – 144000 грн; економія в грошовому еквіваленті – 24347,13 грн; термін окупності заходу – 5,9 року);

- встановлення рекуператора теплоти (капітальні вкладення на впровадження заходу складають –282150 грн; економія в грошовому еквіваленті – 156202 грн; термін окупності заходу – 7,7 року).

Сума капітальних вкладень значна, але поступове впровадження даних заходів призведе до значної економії енергетичних ресурсів та плати за їх використання.

В розділі ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ розглянуті питання:

- 1) Аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникати при обслуговуванні системи енергопостачання будівлі.
- 2) Правила виконання робіт на обладнанні, що знаходиться під напругою.
- 3) Порядок евакуації відвідувачів із освітнього закладу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Постанова Кабінету Міністрів України «Про Комплексну державну програму енергозбереження України» [Електронний інтернет-ресурс] // № 148 від 5 лютого 1997р. - Режим доступу до ресурсу:- <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/148%D0%B0-97-%D0%BF>
2. Методичні вказівки на тему «Економія теплової енергії на опалення будівель і витрат на її генерацію підчас впровадження енергозбережних заходів» [Електронний інтернет-ресурс] // укладачі: С.С. Антоненко, В.М. Козін, Е.В. Колісніченко. – Суми: СумДУ, 2015. – 50с. - Режим доступу до ресурсу:- http://lib.sumdu.edu.ua/library/docs/rio/2015/m3_986.pdf
3. Закон України «Про енергозбереження» [Електронний інтернет-ресурс] // м. Київ, 1 липня 1994 року N 74/94-ВР - Режим доступу до ресурсу:- <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>
4. ДСТУ 4065:2001 "Енергозбереження. Енергетичний аудит. Загальні технічні вимоги"
5. Конспект лекцій з дисципліни "ЕНЕРГЕТИЧНИЙ АУДИТ" для студентів напряму 6.050701 – електротехніка та електротехнології [Електронний інтернет-ресурс] // Укладач Шрамко Ю.Ю. — Дніпродзержинськ, ДДТУ, 2015, 134 с. Режим доступу до ресурсу:-<http://www.dstu.dp.ua/Portal/Data/6/30/6-30-17400.1.pdf>
6. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2017. – 30 с.
7. Міжгалузеві норми споживання електричної енергії [електронний ресурс] Режим посилання: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0175-00>
8. Рішення міськвиконкому «Норми водоспоживання» по м. Суми від «20.04.1999р.» № 172
9. Техпаспорт пірометра MiniTemp MT2 фірми Raytek.
10. Технічні характеристики універсального вимірювача Testo 605-N1.
11. Цифровий люксметр [електронний ресурс] Режим посилання: http://www.izmerimvse.ua/Luksmetr_DE-3350.aspx

12. Рулетка вимірювальна [електронний ресурс] Режим посилання: <https://toolsua.com.ua/product/ruleтка-izmeritelnaya-10m/a12ddae3994411e7/>
13. Прогнозування в енергетиці [електронний ресурс] Режим посилання: https://pidruchniki.com/73798/ekonomika/prognozuvannya_energetitsi
14. Прогнозування [електронний ресурс] Режим посилання: <http://eprints.kname.edu.ua/162>
15. Методичні вказівки до виконання розрахункових та практичних робіт на тему «Розрахунок теплового балансу будівель і споруд під час проведення енергетичного обстеження» з дисципліни «Системи виробництва та розподілу енергії» для студентів напряму підготовки 6.050601 «Теплоенергетика». - Суми: Сумський державний університет, 2014
16. Індивідуальний тепловий пункт [електронний ресурс] Режим посилання: <https://aw-therm.com.ua/itp-sistemi/>
17. Індивідуальний тепловий пункт [електронний ресурс] Режим посилання: <https://europrylad.com/ua/poslugy/635-vygotovlennja-itp>
18. Пінополіуретан [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.ppu.cv.ua/teploizoliatsiia-ppu/vlastyvoli-pinopoliuretanu.html>
19. КТМ 204 України 244-94. Норми та вказівки з нормування витрат палива та теплової енергії на опалення житлових та громадських споруд, а також на господарсько-побутові потреби в Україні. Державний комітет України по житлово-комунальному господарству. – Київ, 2001 р
20. Сонячний колектор [електронний ресурс] Режим посилання: <https://www.atmosfera.ua/.../vakuumni-sonyachni-kolektor>
21. Рекуператор теплоти [електронний ресурс] Режим посилання: https://prana.org.ua/vibrati-rekuperator?gclid=CjwKCAiAtej9BRAvEiwA0UAWXv-sgMZB5c4XRdp2H3znCCXYxUiA9-ttiVK7EX4r4alnpZOpmuqHRoCFbkQAvD_BwE
22. Охорона праці [електронний ресурс] Режим посилання: https://pidruchniki.com/15290527/bzhd/perelik_nebezpechnih_shkidlivih_virobnichih_faktoriv

23. ГОСТ 12.0.003-74 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация»

24. « Правила улаштування електроустановок» Міністерство енергетики та вугільної промисловості Українию - – Київ, 2017 р. – 600 с.

25. ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні»

26. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення

27. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ «Шум. Общие требования безопасности»

28. ІНСТРУКЦІЯ № 1 З ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКИ [електронний ресурс] Режим посилання:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwi39o22vZjtAhWu-ioKHVz_C184ChAWMAN6BAgDEAI&url=https%3A%2F%2Fwww.komr.gov.ua%2Fdownload_file_id%2F4294&usg=AOvVaw0u200l492yEqdyNYv1uC_4

29. Евакуація [електронний ресурс] Режим посилання:
<https://www.bitlex.ua/uk/blog/terms/post/evakuatsiya>

30. Алгоритм дій керівника навчального закладу у разі виникнення надзвичайних ситуацій. Управління освіти і науки Сумської міської ради - Суми,2015р. -52с.

ДОДАТОК А

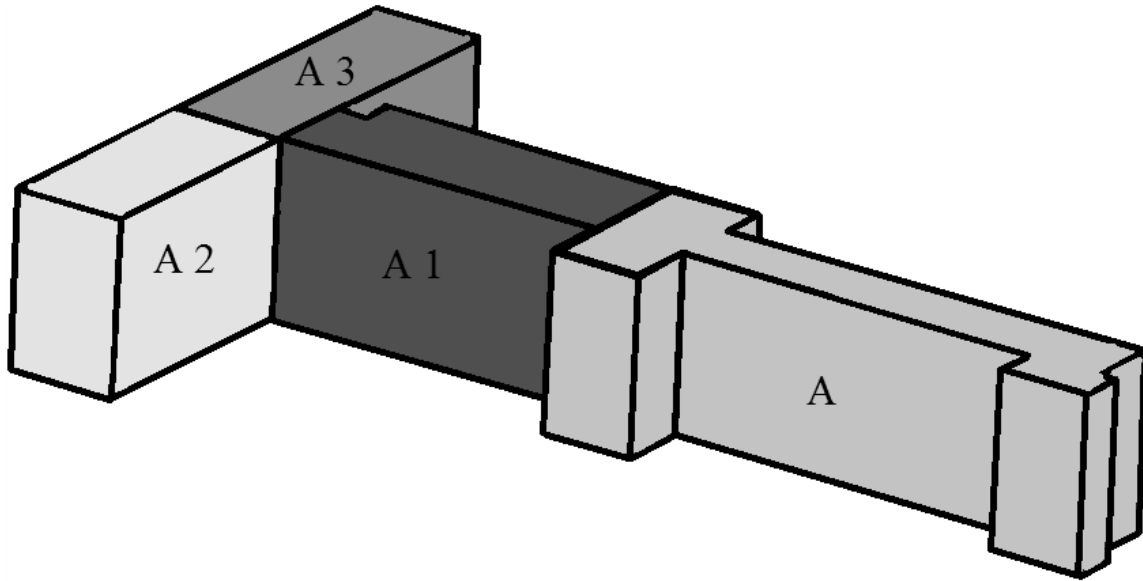


Рисунок А.1 – Схема поділу навчального закладу на корпуси

ДОДАТОК Б

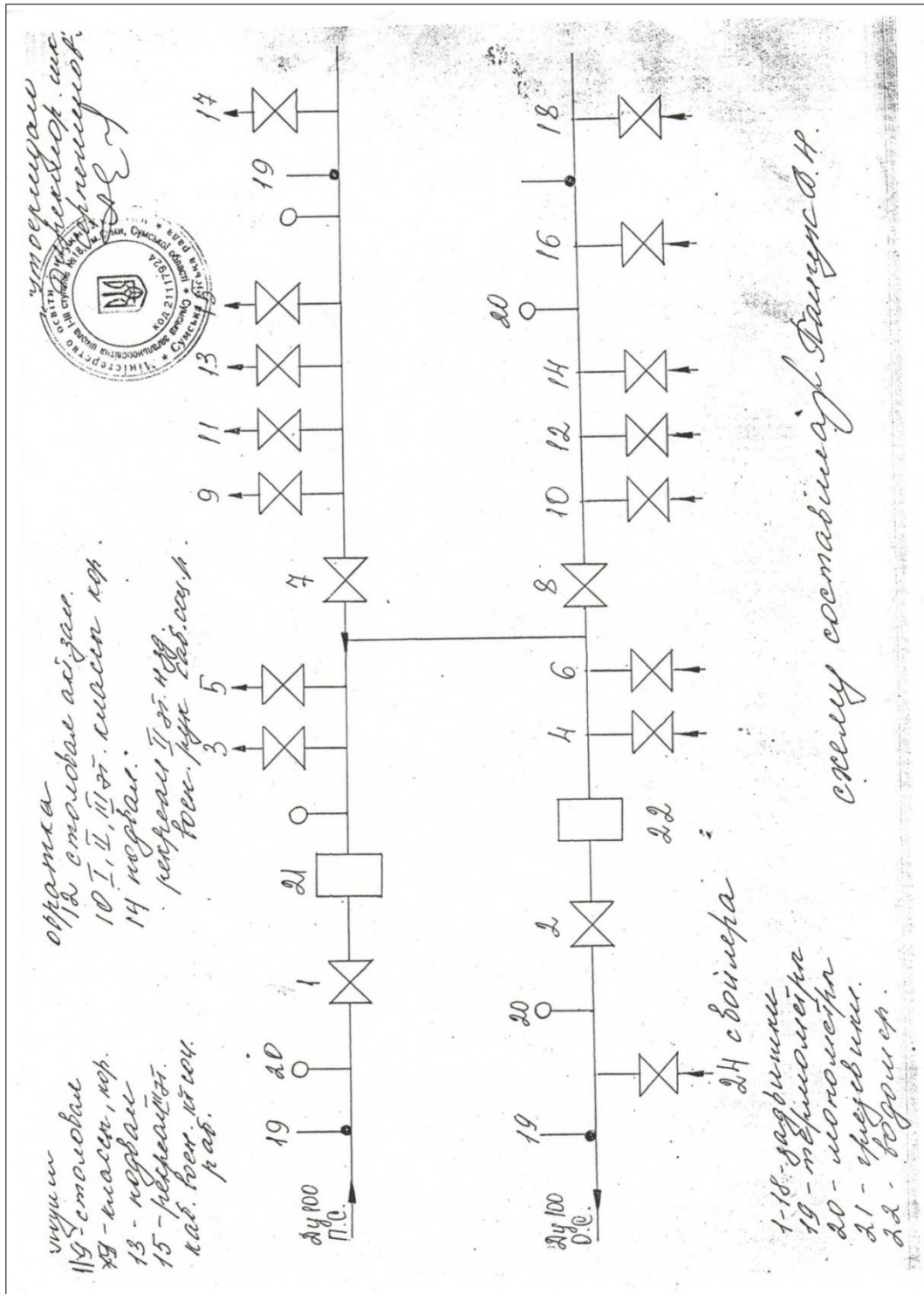


Рисунок Б.1 - Схема тепловпункту навчального закладу

ДОДАТОК В

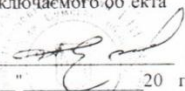

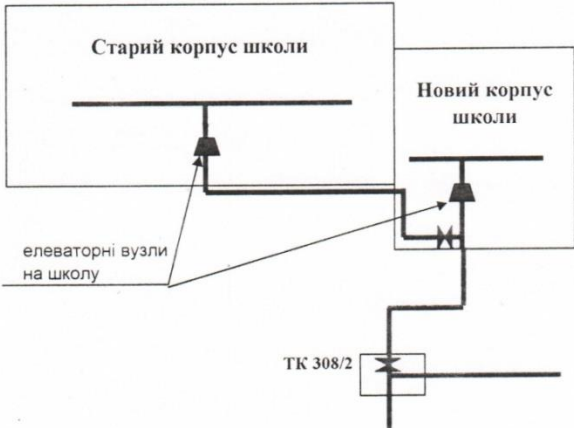

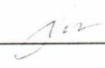
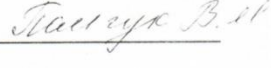
<p>"Затверджую" Керівник підключаемого об'єкта  "___" "___" 20___ г.</p>	<p>"Затверджую" Заступник директора ТОВ "Сумитеплоенерго" - начальник цеху ТМтаК  Покутня Н.Г. "___" "___" 20___ г.</p>
<h2>АКТ</h2>	
меж розподілу відповідальності за стан та обслуговування теплових мереж між:	
<u>ТОВ "Сумитеплоенерго"</u>	
<u>та Управлінням освіти та науки Сумської міської ради</u>	
до об'єкта: КУ Сумська ЗОШ I-III ступенів №18	
за адресою: м.Суми, вул.Леваневського,8	
є теплові мережі, вказані на схемі (згідно балансової належності).	
	
Червоним кольором позначено тепломережі: <u>ТОВ "Сумитеплоенерго"</u>	
Синім кольором позначено тепломережі: <u>Управління освіти та науки Сумської міської ради</u>	
Начальник КТД ТОВ "Сумитеплоенерго"	 Максимов В.Г.
Відповідальний за теплозабезпечення КУ Сумська ЗОШ I-III ступенів №18	 

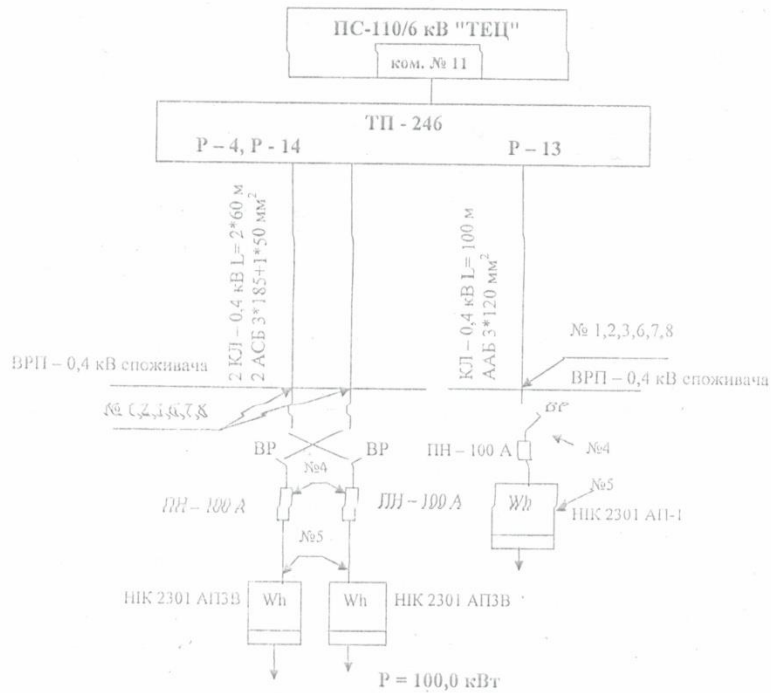
Рисунок В.1 – Акт меж розподілу теплових мереж

ДОДАТОК Д

Додаток 7
до договору про постачання електричної енергії
№ 1614004 від 12.02.2018

Схема електропостачання об'єкта Споживача № 1

Будівля школи, м. Суми, вул. Леваневського, буд. 8



1. Точка межі балансової належності
2. Точка експлуатаційної відповідальності
3. Точка узгодженого навантаження
4. Точка захисту від перевантаження
5. Точка встановлення комерційних засобів обліку електроенергії
6. Точка забезпечення узгодженого рівня надійності електропостачання
7. Точка контролю параметрів якості електричної енергії
8. Точка продажу електричної енергії

Постачальник:
Директор філії "Сумське мікрорайонне
відділення "Енергозбут"
ПАТ "Сумобленерго"
С.І. Склярів
м.п.
12.02.2018

Споживач:
Директор ДЗУ Сумська ЗОШ І-ІІІ
ступенів № 18 СМР
О.О. Серепенінов
м.п.
12.02.2018

Рисунок Д.1 - Схема постачання електроенергії

ДОДАТОК Е

Таблиця Е1 – Орієнтовний план евакуації для навчального закладу

Дії	Порядок і послідовність дій	Посада виконавця
1. Повідомлення про пожежу	У разі виявлення пожежі (ознак горіння) негайно повідомити про це пожежну охорону за номером телефону «__»(або по мобільному телефону «_____»), ввімкнути систему оповіщення людей про пожежу, повідомити керівника закладу, установи або працівника, що його заступає.	
2. Евакуація учнів і вихованців із будівлі, що загорілася, порядок евакуації за різних варіантів	У разі пожежі або по сигналу оповіщення (зазначається вид сигналу) всі учні та вихованці негайно виводяться назовні через коридори шляхами евакуації згідно з планом евакуації.	
3. Звірка евакуйованих із будівлі за списками	Усі евакуйовані з будівлі перевіряються за наявними в групах і класах поіменними списками (за журналами обліку занять).	
4. Розміщення евакуйованих	У денний час учнів і вихованців групами (класами) розміщують у будівлі (зазначити адресу). У нічний час їх евакуюють до будівлі (зазначити адресу)	
5. Гасіння пожежі працівниками закладу (установи) до прибуття підрозділів пожежної охорони	Негайно організується (по можливості)гасіння пожежі від моменту її виявлення працівниками закладу (установи),не залученими до евакуації учнів і вихованців . Для гасіння застосовуються всі наявні засоби пожежо-гасіння	