

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. ПОТЕБНИ

Електричної інженерії та кіберфізичних систем

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

другий (магістрський) рівень

(рівень вищої освіти)

на тему Підвищення ефективності системи енергоспоживання «Запорізького
обласного кардіологічного диспансеру»

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1442
спеціальності 144 Теплоенергетика

(код і назва спеціальності)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

освітньої програми Теплоенергетика

(назва освітньої програми)

Добродій П. А.

(ініціали та прізвище)

Керівник д.т.н., проф., Пазюк М.Ю.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент ст. викл. Таратута В.О.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2023

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерний навчально-науковий інститут _____
Кафедра Електричної інженерії та кіберфізичних систем _____
Рівень вищої освіти другий (магістрський) рівень _____
Спеціальність 144 Теплоенергетика _____
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)
Освітня програма Теплоенергетика _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

д.т.н., доц.

В.Л. Коваленко

« _____ » _____ 2023 року

**З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ**

Добродію Павлу Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи Підвищення ефективності системи енергоспоживання «Запорізького обласного кардіологічного диспансеру»

керівник роботи Пазюк М.Ю., д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 01 » травня 2023 року № 639 - с

2 Строк подання студентом роботи 01 грудня 2023 р.

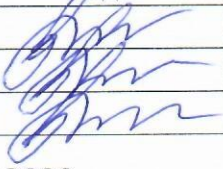
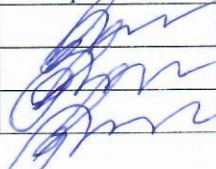
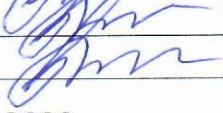



3 Вихідні дані до роботи: «Запорізький обласний кардіологічний диспансер» складається з 2-х корпусів: поліклініки в 4-х поверховій будівлі (з цокольним поверхом) і стаціонару в 5-ти поверховій будівлі (з цокольним і технічним поверхами), будівлі 1980 р. побудови, характеристики огорожуючих конструкцій.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) Аналіз системи енергоспоживання об'єкту дослідження 2) Дослідження системи енергоспоживання Державного закладу «Запорізький обласний кардіологічний диспансер» 3) Розрахунок економічних показників проекту 4) Охорона праці та техногенна безпека.

5 Перелік графічного матеріалу 1) система тепlopостачання 2) структура витрат на енергоресурси 3) прогностичні показники енергоспоживання 4) запропоновані заходи з підвищення енергоефективності 5) запропонована модернізована схема

теплопостачання 6) техніко-економічне обґрунтування запропонованих заходів 7) охорона праці та техногенна безпека 8) висновки.

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Пазюк М.Ю., д.т.н., професор		
Розділ 2	Пазюк М.Ю., д.т.н., професор		
Розділ 3	Пазюк М.Ю., д.т.н., професор		

7 Дата видачі завдання 01.09.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Прокатне виробництво та перспективи підвищення енергетичної ефективності сорто-заготівельного стану	30.09.2023	
2	Заходи з підвищення енергоефективності процесу прокату металу на сорто-заготівельному стані	15.10.2023	
3	Техніко-економічне обґрунтування	25.11.2023	

Студент  П.А. Добродій
(підпис) (ініціали та прізвище)

Керівник роботи  М.Ю. Пазюк.
(підпис) (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  С.В. Башлій
(підпис) (ініціали та прізвище)

АНОТАЦІЯ

Добродій П. А. Підвищення ефективності системи енергоспоживання «запорізького обласного кардіологічного диспансеру».

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник Пазюк М.Ю. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні. Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем, 2023.

У магістерській роботі проведено дослідження, мета якого пошук шляхів зниження затрат державного закладу «Запорізькій обласний кардіологічний диспансер» на оплату енергоресурсів. Оскільки значна частина споживання енергоносіїв приходить на теплову енергію, дослідження відноситься до систем опалення та гарячого водопостачання. На основі результатів дослідження знайдено залежність між заповнюваністю стаціонару та споживанням теплової енергії. Прогнозовано, що при 100% заповнюваності стаціонару виникне дефіцит теплової енергії. Для компенсації цього дефіциту запропоновані план дій розбитий у часі: утеплення будівлі, модернізація розводки труб системи опалювання, заміна радіаторів опалення, встановлення електрокотлу та геліоколектора. Розраховані економічні показники проекту, а так само розроблені заходи по охороні праці.

Ключові слова: СТАТИСТИЧНІ ДАННІ, АПРОКСИМАЦІЯ, КОРЕЛЯЦІЯ, ПОЛІНОМ, ПРОГНОЗУВАННЯ, ЕНЕРГОНОСІЇ, ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ, ЗАТРАТИ, ТЕПЛОВТРАТИ, КОНСТРУКЦІЇ, ЩО ЗАХИЩАЮТЬ, СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ, ВІДБИВАЧІ ГЕЛІОКОЛЕКТОР, РАДІАТОР ОПАЛЕННЯ, ЕЛЕКТРОКОТЕЛ, ТЕРМІН ОКУПНОСТІ, ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА

ABSTRACT

Dobrodiy P. A. Improving the efficiency of the energy consumption system of the Zaporizhzhya Regional Cardiology Dispensary.

Qualification final work for obtaining a master's degree in specialty 144 – Heat Power Engineering, supervisor Pazyuk M.Y. Zaporizhia National University. Engineering Educational and Scientific Institute named after Yu.M. Potebni, Department of Electrical Engineering and Energy Efficiency, 2023.

In the master's thesis, a study was carried out, the purpose of which is to find ways to reduce the costs of the state institution "Zaporizhzhya Regional Cardiology Dispensary" to pay for energy resources. Since a significant part of energy consumption is thermal energy, the study refers to heating and hot water supply systems. Based on the results of the study, the relationship between the occupancy of the hospital and the consumption of thermal energy was found. It is predicted that at 100% occupancy of the hospital, there will be a shortage of thermal energy. To compensate for this deficit, the proposed action plan is divided into time: insulation of the building, modernization of the distribution of pipes of the heating system, replacement of heating radiators, installation of an electric boiler and a solar collector. The economic indicators of the project have been calculated, as well as the measures for labor protection have been developed.

Keywords: STATISTICAL DATA, APPROXIMATION, CORRELATION, POLYNOMIAL, FORECASTING, ENERGY CARRIERS, HEAT SUPPLY, COSTS, HEAT LOSSES, PROTECTIVE STRUCTURES, CONTROL SYSTEM, REFLECTORS, SOLAR COLLECTOR, HEATING RADIATOR, ELECTRIC BOILER, PAYBACK PERIOD, FIRE SAFETY

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Аналіз системи енергоспоживання об'єкту дослідження	9
1.1 Характеристика об'єкту	9
1.2 Загальна характеристика енергопостачання	10
1.3 Система обліку витрати енергоресурсів.....	11
1.4 Структура енергоспоживання.....	13
1.4.1 Структура споживання питної води	13
1.4.2 Структура споживання теплової енергії.....	14
1.5 Аналіз енергоспоживання	16
1.5.1 Аналіз споживання електроенергії	16
1.5.2 Аналіз споживання питної води.....	16
1.5.3 Аналіз споживання гарячої води.....	17
1.5.4 Аналіз споживання теплової енергії опалювання	17
2 Дослідження системи енергоспоживання Державного закладу «Запорізькій обласний кардіологічний диспансер»	19
2.1 Прогнозування теплоспоживання ЗОКД.....	19
2.2 Прогнозування заповнюваності стаціонару ЗОКД	24
2.2.1 Фактографічні методи прогнозування.....	25
2.2.2 Експертні методи прогнозування.....	25
2.3 Дослідження ефективності енергозбереження при впровадженні системи регулювання теплового навантаження	27
2.4 Календарній графік виконання робіт зі зниження споживання теплової енергії.....	31
2.5 Реалізація першого етапу енергозбереження.....	32
2.5.1 Визначення теплових втрат крізь конструкції, що захищають	32

2.5.2 Вибір радіаторів опалення	35
2.6 Реалізація другого етапу енергозбереження	44
2.6.1 Розробка структури нижнього рівня системи.....	44
2.6.2 Обґрунтування вибору елементів системи	45
2.6.3 Архітектура верхнього рівня	50
2.6.4 Вибір технічних засобів верхнього рівня.....	51
2.6.5 Вибір SCADA – системи	53
2.6.6 Модернізація міжповерхової розводки труб опалення.....	55
2.7 Реалізація третього етапу енергозбереження.....	63
2.7.1 Обґрунтування вибору геліоколектору	63
2.7.2 Обґрунтування вибору електрокотлу	65
3 Розрахунок економічних показників проекту	68
3.1.Розрахунок капіталовкладень та показників ефективності інвестицій на 2014-2015 роки.....	68
3.2 Розрахунок капіталовкладень та показників ефективності інвестицій на 2016-2017 роки.....	73
3.3 Розрахунок вартості утеплювання будівлі	76
4 Охорона праці та техногенна безпека	78
4.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів	78
4.2 Заходи з поліпшення умов праці	80
4.3 Виробнича санітарія	81
4.4 Електробезпека.....	82
4.5 Пожежна безпека	83
4.7 Розрахункова частина.....	86
Висновки	89
Перелік джерел посилань	91
Додаток А.....	94
Додаток Б	95

ВСТУП

Те, що українським енергетичним системам (як системам енергоспоживання так і системам енергопостачань) потрібна глобальна модернізація, вже ясно більшості керівників. Неясною залишається модель і глибина цієї модернізації. Аж надто велика спокуса обмежитися заміною труб, установкою теплоізоляції і усуненням течі [1].

Майже ніхто не наважується замахнутися на глибоку модернізацію системи енергоспоживання і енергопостачань, що проіснувала більше половини століття, включаючи зміну її господарської моделі.

Відсутність фінансових ресурсів на радикальну модернізацію, жорстокий кадровий дефіцит, проблеми із законодавчою і нормативною базою, відсутність надійних прогнозів на зростання ціни палива і об'ємів його надійних постачань в наступні десятиліття - ось що заважає прийняти правильні і обґрунтовані рішення по долі Українських енергосистем [1].

Основними орієнтирами для стратегії глибокої модернізації енергоспоживаючих систем є дві глобальних мети:

- використовувати нові енергозберіжні технології і технології обліку спожитих енергоресурсів;
- використовувати альтернативну енергетику.

На підставі вищесказаного встає завдання провести дослідження системи енергоспоживання Державного закладу «Запорізького обласного кардіологічного диспансеру» (ЗОКД) з метою визначення можливості застосування альтернативних джерел енергії, а так само можливості застосування досконаліших засобів обліку спожитих енергоресурсів. На підставі дослідження необхідно розробити автоматизовану систему контролю і обліку енергоресурсів яка дозволить підвищити енергоефективність ЗОКД.

1 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Характеристика об'єкту

Державний заклад «Запорізькій обласний кардіологічний диспансер» є бюджетною організацією обласного підпорядкування. Його призначення полягає в лікуванні і профілактиці широкого спектру серцево-судинних захворювань. Персонал кардіоцентру складається з лікарів, медсестер, адміністрації і технічних працівників.

ЗОКД розташований по вул. Перемоги, 78 в 2-х корпусах: поліклініки в 4-х поверховій будівлі (з цокольним поверхом) спорудження 1964 р., і стаціонару в 5-ти поверховій будівлі (з цокольним і технічним поверхами) - будівлі 1980 р (рисунок 1.1). Є також господарський корпус, що окремо стоїть, з пральнею на 2-му поверсі і гаражем на 10 машин на першому.

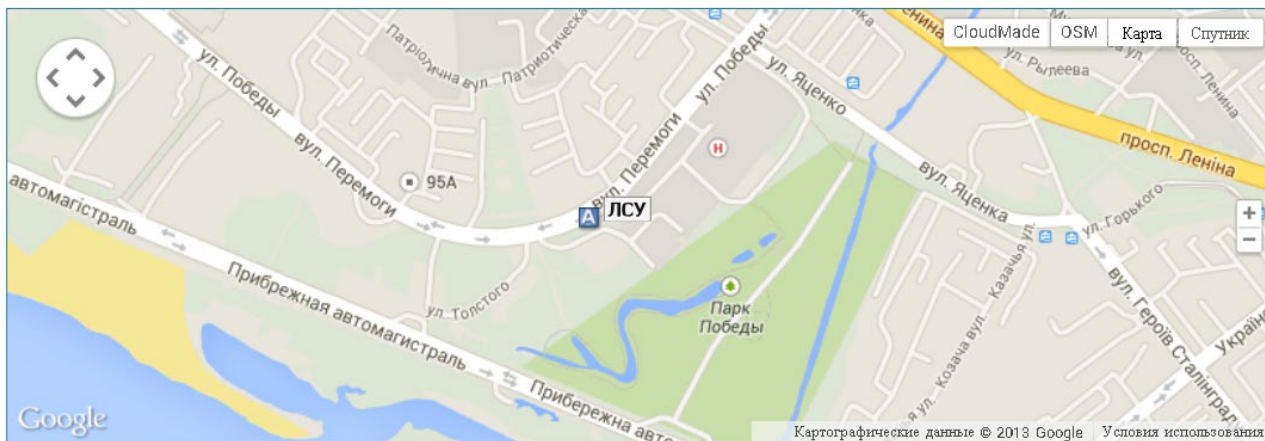


Рисунок 1.1 - Місце розташування ЗОКД

В диспансері створені сприятливі умови для сучасного обстеження хворих і надання ним ефективній кваліфікованій медичній допомозі, постійно зміцнюється матеріально-технічна база, впроваджуються нові методики в діагностиці і лікуванні хворих. ЗОКД є провідним організаційно-методичним, діагностичним і лікувально-профілактичним центром кардіологічної служби області.

Будівля поліклініки має три робочих поверху, підвал і технічний поверх. На другому і третьому поверхах поліклініки розташовані кабінети лікарів і адміністрації ЗОКД. На першому поверсі, окрім лікувальних кабінетів, знаходяться гардероб, буфет, реєстратура.

У підвалі розташовуються процедурні кабінети і відділення водних процедур.

Стаціонар складається з п'яти поверхів, підвалу і технічного поверху. Підвал займають підсобні приміщення, а також морг. Другий, третій і четвертий поверхи займають лікувальні відділення. Вони мають однакове планування: палати хворих, лікувальні і маніпуляційні кабінети, службові приміщення, обідній зал. П'ятий поверх займає кухня.

На шостому, технічному поверсі розташовані механізми ліфтів і витяжної вентиляції, кабінети технічного персоналу.

Аптека оптово-роздрібна, II категорії. Обслуговує населення міста і області, а також відділення ЗОКД медикаментами і предметами відходу. У аптеці функціонує три відділення:

- рецептурно-виробничий;
- відділ готових лікарських форм;
- відділ, обслуговуючий усі відділення і поліклініку ЗОКД по їх вимогах.

Пральня і гараж знаходяться в одній двоповерховій будівлі. Пральня призначена для прання лікарняної білизни. Гараж призначений для службових машин.

1.2 Загальна характеристика енергопостачання

ЗОКД споживає електроенергію (постачальник - Запорізькі центральні електричні мережі), теплову енергію (постачальник - Орджонікідзівське підприємство теплових мереж), питну воду (постачальник - державне комунальне

підприємство "Водоканал"). Плата за спожиті енергоресурси здійснюється щомісячно, на основі рахунків від енергозабезпечуючих організацій з рахунку обласного управління охорони здоров'я, яка фінансується за рахунок обласного бюджету. У таблиці 1.1 приведені основні показники споживання енергоресурсів за період 2011-2013 рр. Енергопостачання ЗОКД здійснюється задовільно і досить стабільно. Основною проблемою є ліміти на енергоспоживання, пов'язані зі зниженням засобів на енергозабезпечення в обласному бюджеті і ліміти на опалювання і гарячу воду.

Щорічне зменшення засобів на енергопостачання ЗОКД без виділення фінансування на енергозбережні заходи почало призводити до часткової втрати функціональних можливостей ЗОКД (відключення вентиляційних систем, ліфтів та ін.), а так само неможливості повноцінної роботи ЗОКД в холодну пору року, оскільки температура у більшості палат знаходиться на границі нижньої межі санітарних норм.

Таблиця 1.1 - Показники споживання енергоресурсів ЗОКД

№ п/п	Найменування енергоресурсу	Одиниці виміру	Роки		
			2011 р.	2012 р.	2013 р.
1	Електроенергія	%	20.84	20.09	20.14
2	Питна вода	%	14.55	15.16	15.01
3	Стоки	%	0.91	0,85	0.99
4	Опалювання	%	42.95	42.21	42.15
5	Гаряча вода	%	20.75	21.69	21.71

1.3 Система обліку витрати енергоресурсів

Основне призначення системи обліку - розрахунки з енергозабезпечуючими організаціями, основний розрахунковий період - місяць.

Внутрішні межі розділів (по видах споживання, по корпусах) не встановлені. Добових і сезонних нормативів споживання немає, профілі споживання (денний, нічний, для святкових і вихідних днів) відсутні.

Облік витрати електроенергії забезпечується 8 індукційними лічильниками типу СА4У-И672М (4 лічильники - стаціонар, 3 лічильники - поліклініка і 1 лічильник - гараж) (рисунок 1.2). Диференціація споживання електроенергії (освітлення, ліфти, вентиляція, побутова техніка, медична техніка, організаційна техніка, холодильники і кондиціонери) відсутня.



Рисунок 1.2 – Лічильник електроенергії типу СА4У-И672М

З 01.1999 року на введенні ЗОКД встановлено 3 водомірні лічильники. Облік стоків здійснюється по нормативах.

Облік витрати теплової енергії (гаряче водопостачання) здійснюється приладовим способом. Використовуються лічильники-інтегратори (3 лічильники - на гарячу воду) (рисунок 1.3). Лічильників на опалювання немає.



Рисунок 1.3 - Лічильники води

Звітність за споживання енергоресурсів здійснюється щомісячно, на основі свідчень приладів обліку і рахунків від енергозабезпечуючих організацій. Дані

про звітність знаходяться в бухгалтерії ЗОКД спільно з рахунками по інших статтях витрат.

Обґрунтованих питомих норм витрат або інших встановлених нормативів споживання енергоресурсів немає (окрім річних лімітів споживання, що встановлюються облздороввідділом або енергозабезпечуючою організацією на основі прогресивних обмежень).

Постійний технічний персонал нечисленний, виконання будь-яких робіт по реконструкції енергопостачання здійснюється силами підрядних організацій.

1.4 Структура енергоспоживання

Оскільки існуюча система обліку і звітності не дозволяє диференціювати споживання енергоресурсів по видах споживання, в цій роботі зроблена спроба оцінити структуру енергоспоживання шляхом складання повного реєстру усіх видів навантажень (за допомогою огляду кожного приміщення) і підсумовування цих навантажень з урахуванням номінальних величин споживання і коефіцієнтів використання навантажень, що встановлюються експертним шляхом.

Нижче приведені основні характеристики і допущення (експертні оцінки). Таблиця додатка А містить повний перелік устаткування (навантажень), диференційованих по будівлях і поверхах.

1.4.1 Структура споживання питної води

Санвузли.

Розрахунок витрати води санвузлами вироблений за наступними оцінками:

Норма витрати на людину в добу 85 л води. Санвузлом в палаті користуються 4 людини. При цьому в місяць витрачається 10,2 м³ води. Крім того, 80% бачків мають витік. Поточний бачок втрачає 20 л води в годину, і 14,4 м³ води в місяць.

Умивальники.

Розрахунок витрати води умивальниками вироблений за наступними оцінками:

Норма витрати на людину в добу 20 л води. Умивальником користуються 4 людини. У місяць витрачається 2,4 м³ води.

Ванни і душі.

Розрахунок витрати води ваннами і душами вироблений за наступними оцінками:

Норма витрати на один раз влітку 350 л води. Ванні користуються 4 людини двічі в тиждень. Місячна витрата води 11,2 м³. Норма витрати взимку в два рази менше : 175 л. Ванни користуються 4 людини раз на тиждень. Місячна витрата 2,8 м³.

Мійки.

Розрахунок витрати води миттям вироблений за наступними оцінками:

Норма витрати на одне миття в добу 400 л води. У місяць це складає 12 м³.

Розрахунок витрати води в пральних машинах вироблений за наступними оцінками:

Норма витрати на одну пральну машину в добу 500 л води. У місяць це складає 15 м³.

1.4.2 Структура споживання теплової енергії

Умивальники.

Розрахунок витрати гарячої води вироблений за наступними оцінками:

Норма витрати влітку на одного умивальника 0,7 Мкал в добу, що складає в місяць 21 Мкал. Норма витрати взимку 2,8 Мкал в добу, і 84 Мкал в місяць .

Ванни і душі.

Розрахунок витрати гарячої води вироблений за наступними оцінками:

Влітку норма витрати 3,5 Мкал на один раз. Люди миються двічі в тиждень. Місячне споживання 112 Мкал. Норма витрати взимку вище: 8 Мкал за один раз. Людини миються раз на тиждень. Місячна витрата 128 Мкал .

Мійки.

Розрахунок витрати гарячої води вироблений за наступними оцінками:

Норма витрати влітку 10 Мкал в добу. Місячна витрата складає 300 Мкал. Зимова норма витрати в добу 20 Мкал, а в місяць 0,6 Гкал.

Пральні машини.

Пральні машини розташовані в пральні. Розрахунок витрати гарячої води вироблений за наступними оцінками:

Норма витрати влітку 50 Мкал в добу. Це складає 1,5 Гкал в місяць. Норма витрати взимку 100 Мкал в добу, і 3 Гкал щомісячно.

Опалювання

Розрахунок опалення вироблений за наступними оцінками:

у літку витрати на опалювання відсутні. Взимку норма витрати на батарею 0,94 Гкал в місяць.

1.4.3 Структура споживання електроенергії

Витрата електроенергії приведена за свідченнями лічильників, встановлених на об'єкті. Споживання аварійного освітлення поліклініки мале (складає близько 0,01%) і тому в таблиці не враховано.

1.5 Аналіз енергоспоживання

Для аналізу енергоспоживання необхідно розділити енергоресурси на наступні категорії: електроенергія, теплова енергія, питна вода, гаряче водозабезпечення.

1.5.1 Аналіз споживання електроенергії

У платежах за енергоресурси доля електроенергії складає 20%. На витрату електроенергії доводяться основні лімітні обмеження. Максимуми споживання електроенергії доводяться на зимовий період (28000 кВт/година, 34000 кВт/година), мінімуми - на літній період (16000 кВт/година, 20000 кВт/година).

Структура електроспоживання визначена по нормативних навантаженнях існуючого устаткування.

1.5.2 Аналіз споживання питної води

У платежах за енергоресурси доля по питній воді складає разом із стоками 15%. Лімітних обмежень на споживання немає. Максимуми споживання не зв'язуються причинне, передбачається нерегульоване водоспоживання.

Відзначається тенденція до збільшення водоспоживання на 60, 70 %. Імовірно, ростуть витрати води в навантаженнях і втрати при водокористуванні.

Структура водоспоживання визначена по нормативних навантаженнях існуючого устаткування з урахуванням коефіцієнтів його використання, визначених експертним шляхом.

1.5.3 Аналіз споживання гарячої води

У платежах за енергоносії доля гарячого водопостачання складає 22 %. Лімітних обмежень на споживання немає.

Максимуми не зв'язуються причино, передбачається випадкове, ні з чим не пов'язана зміна споживання гарячої води на 200, 300 %.

Відзначається загальна тенденція до зниження споживання гарячої води на 40, 50 %. Імовірно, це наслідок адміністративно-технічних заходів по збереженню гарячої води і зниження температури гарячої води на введенні ЗОКД з боку тепломереж.

1.5.4 Аналіз споживання теплової енергії опалювання

У платежах за енергоресурси доля опалювання складає 43 %. Лімітних обмежень на споживання немає.

Відзначається пряма залежність витрати тепла на опалювання з коливаннями температури в осінньо-зимовий період. Аномальних коливань в споживанні тепла на опалювання немає.

Як показав аналіз структури енергоспоживання об'єкту найбільш значними статтями витрат в ЗОКД являються витрати на електроенергію, гарячу воду та опалювання (рисунок 1.4).

У ЗОКД встановлений резервний дизель - генератор, але його потужності не хватає для забезпечення потреб у електроенергії усього центру. Він призначений для резервного постачання електроенергії для найбільш важливих відділень центру.

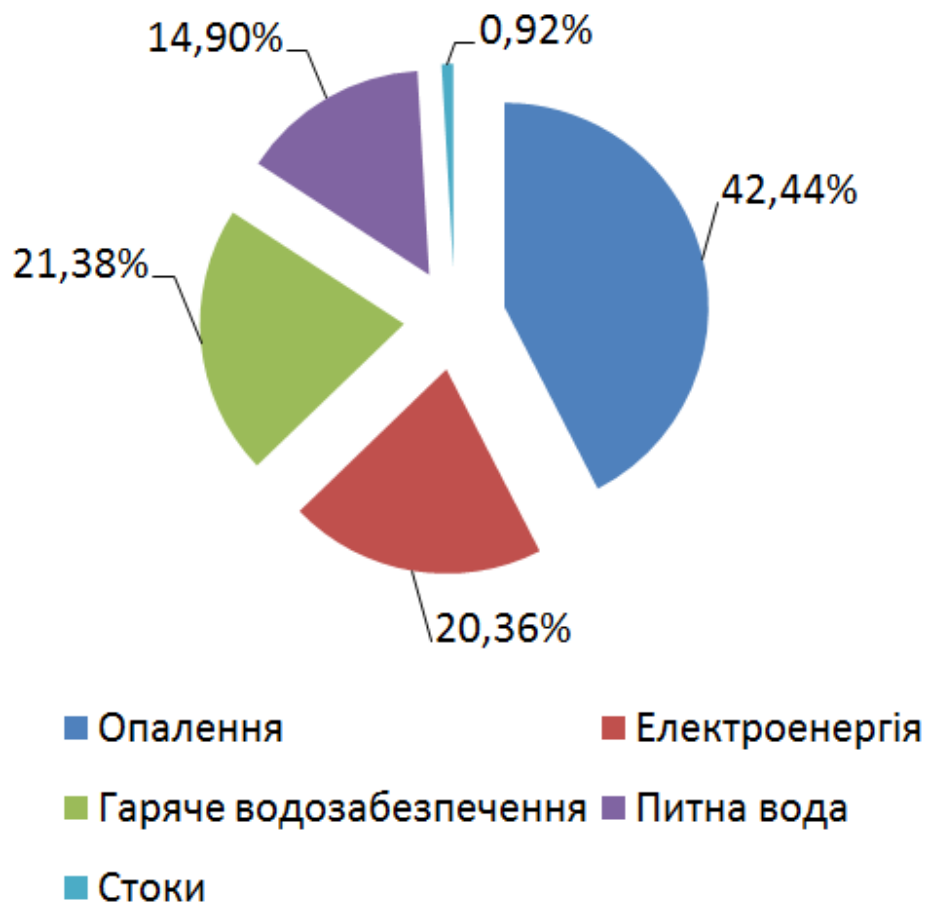


Рисунок 1.4 - Графік витрат енергоносіїв

Дослідження можливості зниження витрат на споживання теплової енергії ЗОКД показало, що усі можливі безвтратні заходи виконані.

У зв'язку з вищесказаним встає завдання дослідження споживання теплової енергії ЗОКД, розробки оптимальної структури енергогенеруючої і енергоспоживаючої системи та вибір стратегії споживання енергоресурсів.

2 ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ ДЕРЖАВНОГО ЗАКЛАДУ «ЗАПОРІЗЬКІЙ ОБЛАСНИЙ КАРДІОЛОГІЧНИЙ ДИСПАНСЕР»

2.1 Прогнозування теплоспоживання ЗОКД

Серцево–судинні захворювання: статистика поширеності патології за віком

Якщо проаналізувати офіційні статистичні дані щодо захворюваності населення на серцево–судинні захворювання за віковими категоріями, то ми побачимо, що кожне десяте звернення дорослого населення України по медичну допомогу викликано саме серцево–судинною патологією (додаток А).

Складені таблиці 2.1-2.3 в яких вказана кількість людей що знаходяться на лікуванні за 2011-2013 гг, заповнюваність клініки в місяць і ціна койко-місця в добу залежно від сезону і з урахуванням інфляції.

Таблиця 2.1 – Заповнюваність стаціонару за рік 2011

Місяці	Кількість людей	Заповнюваність, %	Ціна койко- місця, грн./ добу
1	152	76	150
2	154	76,8	150
3	137	68,5	150
4	134	66,8	150
5	120	60,1	100
6	117	58,5	100
7	122	61,0	100
8	125	62,6	100
9	132	66	100
10	140	70,1	150
11	147	73,5	150
12	150	75,2	150

Таблиця 2.2 - Заповнюваність стаціонару за рік 2012

Місяці	Кількість людей	Заповнюваність, %	Ціна койко- місця, грн./ добу
1	157	78,3	165
2	156	78,2	165
3	139	69,7	165
4	136	68	165
5	126	62,9	110
6	128	63,8	110
7	129	64,6	110
8	131	65,6	110
9	134	67,2	110
10	143	71,4	165
11	150	74,8	165
12	153	76,5	165

Таблиця 2.3 - Заповнюваність стаціонару за рік 2013

Місяці	Кількість людей	Заповнюваність, %	Ціна койко- місця, грн./ добу
1	160	80	175
2	162	80,9	175
3	155	77,4	175
4	150	74,8	175
5	141	70,4	120
6	139	69,5	120
7	134	66,8	120
8	130	65,1	120
9	132	66,0	120
10	142	71,2	175
11	155	77,4	175
12	158	79,2	175

У таблицю 2.4 зведено статистика споживання теплової енергії ЗОКД за 2011-2013 роки.

Таблиця 2.4 - Річні споживання теплової енергії

Місяць	Споживання, Гкал		
	2011	2012	2013
Січень	209,6	208,5	207,4
Лютий	155	156,1	158,2
Березень	152	153,2	155,1
Квітень	128,6	127,4	125,4
Травень	1,62	1,63	1,61
Червень	1,61	1,6	1,62
Липень	1,53	1,54	1,52
Серпень	1,52	1,51	1,53
Вересень	1,68	1,71	1,7
Жовтень	1,69	1,66	1,68
Листопад	126,2	129,2	122,2
Грудень	136,4	136,2	137,1
Разом	917,45	920,25	915,06

Припустимо, є залежність між факторіальною ознакою X - кількість хворих і результативною ознакою і параметром Y - споживання теплової енергії. Також припустимо, що ця залежність повинна бути лінійною, що виражається у вигляді рівняння [2] типу:

$$y = a \cdot x + b; \quad (2.1)$$

де a, b коефіцієнти рівняння.

Зведемо задачу до знаходження за деякою групі точок найкращою прямою, так званої прямої регресії [2]. Слід знайти такі значення коефіцієнтів a і b , щоб сума квадратів відхилень була найменшою:

$$e_i = y_i - y; \quad (2.2)$$

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - y)^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - a - b x_i)^2 \rightarrow \min \quad (2.3)$$

Якщо через \bar{x} і \bar{y} позначити середні значення ознак X і Y , то отримана за допомогою методу найменших квадратів функція регресії задовольняє таким умовам:

- пряма регресії проходить через точку:

$$(\bar{x}, \bar{y}): \bar{y} = a + b\bar{x};$$

- середнє значення відхилень дорівнює нулю:

$$\bar{e} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n e_i = 0;$$

- значення e_i та x_i не зв'язані:

$$\sum_{i=1}^n e_i x_i = 0.$$

Тісноту лінійної залежності характеризує коефіцієнт лінійної кореляції [2].

Коефіцієнт кореляції розраховується наступним чином:

$$\begin{aligned} r &= \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} = \\ &= \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \cdot \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}}; \end{aligned} \quad (2.4)$$

Значення коефіцієнта кореляції знаходиться в межах від -1 до +1 [2]. Значення коефіцієнта кореляції і відповідних їм характеристик тісноти зв'язку між змінними наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Значення коефіцієнтів кореляції

Значення коефіцієнта кореляції	Лінійна залежність
-1	функціональна негативна
0	не існує
1	функціональна позитивна
$ r < 0,5$	слабка
$0,5 \leq r \leq 0,8$	середньої тісноти
$ r > 0,8$	тісна

Для розрахунку коефіцієнту кореляції данні зведено у таблиці 2.6. В цю

таблицю зведено данні про наповнюваності стаціонару ЗОКД та споживаної теплової енергії за 2011 – 2013 роки.

Таблиця 2.6 - Розрахунок коефіцієнта кореляції

Рік	Місяць	X	Y	$X \cdot Y$	X^2	Y^2
2011	1	52	209,6	29637,44	19993,96	43932,16
	2	54	155	21266	18823,84	24025
	3	37	152	21280	19600	23104
	4	34	128,6	17103,8	17689	16537,96
	5	20	1,62	186,3	13225	2,6244
	6	17	1,61	177,1	12100	2,5921
	7	22	1,53	166,77	11881	2,3409
	8	25	1,52	170,24	12544	2,3104
	9	32	1,68	203,28	14641	2,8224
	10	40	1,69	219,7	16900	2,8561
	11	47	126,2	18198,04	20793,64	15926,44
	12	50	136,4	20623,68	22861,44	18604,96
2012	1	57	208,5	34402,5	27225	43472,25
	2	56	156,1	24585,75	24806,25	24367,21
	3	39	153,2	24818,4	26244	23470,24
	4	36	127,4	18918,9	22052,25	16230,76
	5	26	1,63	190,71	13689	2,6569
	6	28	1,6	179,2	12544	2,56
	7	29	1,54	174,02	12769	2,3716
	8	31	1,51	178,18	13924	2,2801
	9	34	1,71	206,91	14641	2,9241
	10	43	1,66	215,8	16900	2,7556
	11	50	129,2	19767,6	23409	16692,64
	12	53	136,2	22881,6	28224	18550,44
2013	1	60	207,4	36502,4	30976	43014,76
	2	62	158,2	26577,6	28224	25027,24
	3	55	155,1	26832,3	29929	24056,01
	4	50	125,4	19813,2	24964	15725,16
	5	41	1,61	194,81	14641	2,5921
	6	39	1,62	189,54	13689	2,6244
	7	34	1,52	176,32	13456	2,3104
	8	30	1,53	174,42	12996	2,3409
	9	32	1,7	205,7	14641	2,89
	10	42	1,68	218,4	16900	2,8224
	11	55	122,2	19918,6	26569	14932,84
	12	58	137,1	24540,9	32041	18796,41
	Разом	4945	2752,76	431096,11	696506,38	426513,1548

За формулою 2.4 проведено розрахунок коефіцієнту кореляції який склав $r = 868$.

Це означає, що залежність між наповнюваністю стаціонару та спожитим теплом тісна.

За формулами 2.5 та 2.6 проведемо розрахунок коефіцієнтів a , b .

$$b = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}; \quad (2.5)$$

$$a = \frac{n \sum y_i - b \sum x_i}{n}. \quad (2.6)$$

Згідно проведених розрахунків та за формулою 2.1 рівняння регресії має вигляд 2.7:

$$Y=87,49+0,08 \cdot X; \quad (2.7)$$

Результати розрахунків за формулою 2.7 представлено на рисунку 2.1.

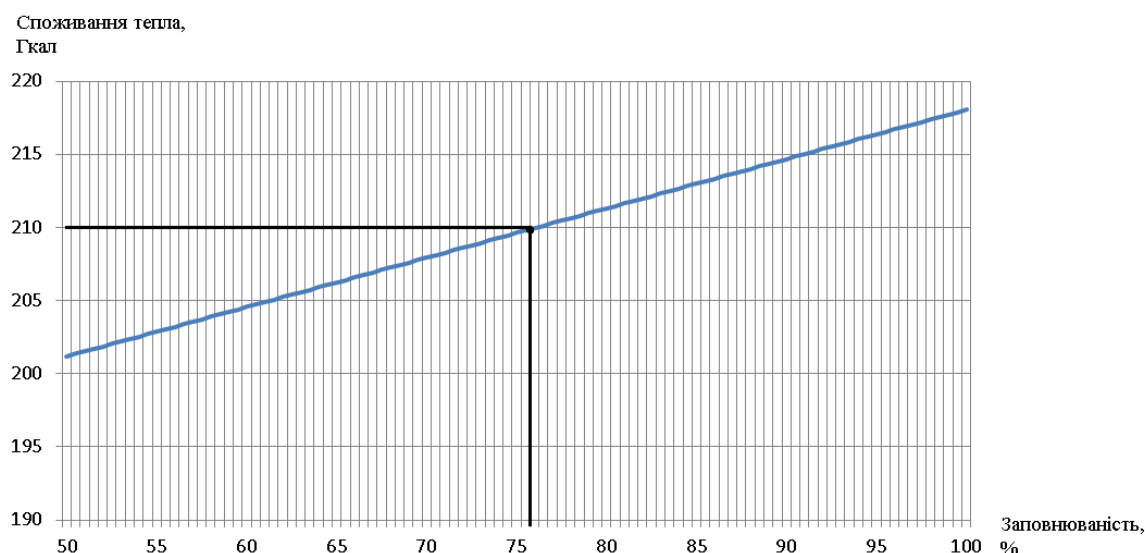


Рисунок 2.1 – Графік залежності заповнюваності ЗОКД та середньорічного споживання теплової енергії

2.2 Прогнозування заповнюваності стаціонару ЗОКД

Нині існує близько 220 методів прогнозування, але найчастіше на практиці використовуються не більше 10, серед них: фактографічні (екстраполяція,

інтерполяція, тренд-аналіз), експертні (в т.ч. опитування, анкетування), публікації, індексні, сценарні, матричні, моделювання і так далі [3].

Найбільш поширеними методами є експертні і фактографічні методи.

2.2.1 Фактографічні методи прогнозування

Фактографічні методи (екстраполяція, трендова модель, тренд-аналіз, інтерполяція, моделювання, сценарії, експерименти, "прогнози до абсурду", імітації, графи, матриці, підбірки показників, графічні зображення) засновані на екстраполяції в майбутнє тенденцій, закономірності розвитку яких у минулому і сьогодні добре відомі [2,3].

Трендова модель (чи математичне моделювання) припускає постійний подібний розвиток системи ("як розвивалася до цього, так і буде далі").

Експеримент ("постфактум") - нововведення, що відбулося, яке умовно розглядається "заднім числом" як проведений експеримент.

Сценарії дають можливість чітко формулювати і зіставляти між собою різні вірогідні або бажані перспективи розвитку.

"Прогнози до абсурду" використовуються для виявлення можливих криз і катастроф раніше, ніж ці кризи реально наступлять [2,3].

2.2.2 Експертні методи прогнозування

Експертні методи- підсумкове судження експерта про динаміку показників аналізованого об'єкту або про альтернативні варіанти їх можливого розвитку в майбутньому, яке: об'єктивно, науково обґрунтовано, імовірнісний за природою, коригований у рамках прогнозного періоду у міру вступу нової інформації,

верифікуємо після завершення прогностного періоду, має бути чітким, ясным, не допускати несподіваних тлумачень, строго відповідати завданню на прогноз [3].

Для роботи найбільш прийнятний фактографічний метод - тренд аналіз. Оскільки поведінка досліджуваної системи відповідає принципу "як розвивалася до цього, так і буде далі".

Проведемо тренд аналіз заповнюваності клініки з використанням засобів EXCEL, на основі даних приведених в таблицях 2.1-2.3 [4].

1.Складемо точковий графік заповнюваності клініки за 3 року (рисунок 2.2):

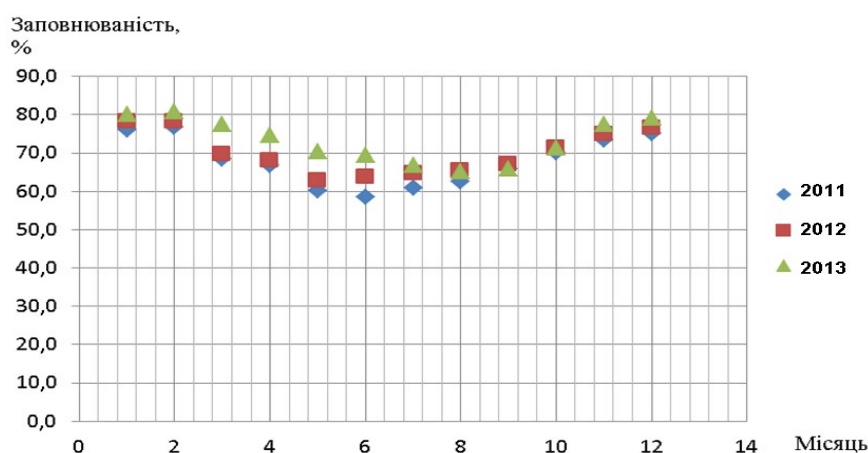


Рисунок 2.2 - Точковий графік помісячної заповнюваності стаціонару за 2011-2013 рр.

2.За допомогою інструменту "Лінія тренду" запускаємо функцію автоматичної апроксимації (рисунок 2.3):

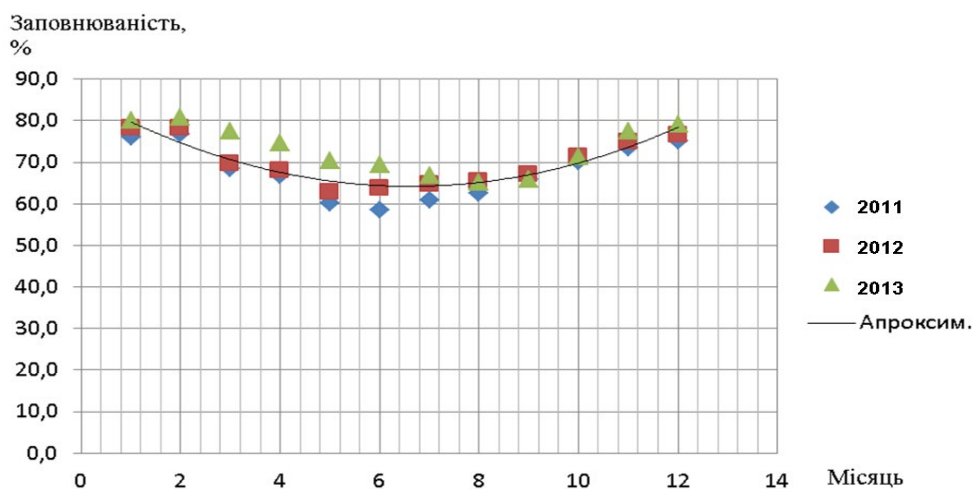


Рисунок 2.3 - Лінія тренду помісячної заповнюваності стаціонару за 2011-2013 рр.

Графік заповнюваності стаціонару може бути апроксимований поліномом:

$$K = 0,491m^2 - 6,5012m + 85,721 + 0,064z^2 - 0,1z; \quad (2.8)$$

де m - номер місяця в році;

z - рік, записаний у форматі 2012р=12 і т. п.

Використовуючи 2.8 можна прогнозувати заповнювану стаціонару в будь-який місяць в році і як наслідок визначати стратегію сезонного споживання енергоресурсів.

Аналіз даних показав, що найменша заповнюваність клініки спостерігається з 5 по 8 місяць, у той час коли плата за енергоносії мінімальна (відсутня плата за опалювання, тільки оплата за гарячу воду).

Проведемо осереднення заповнюваності стаціонару за кожен рік. Та побудуємо графік-прогноз осередненої заповнюваності стаціонару за 2011-2020рр (рисунок 2.4).

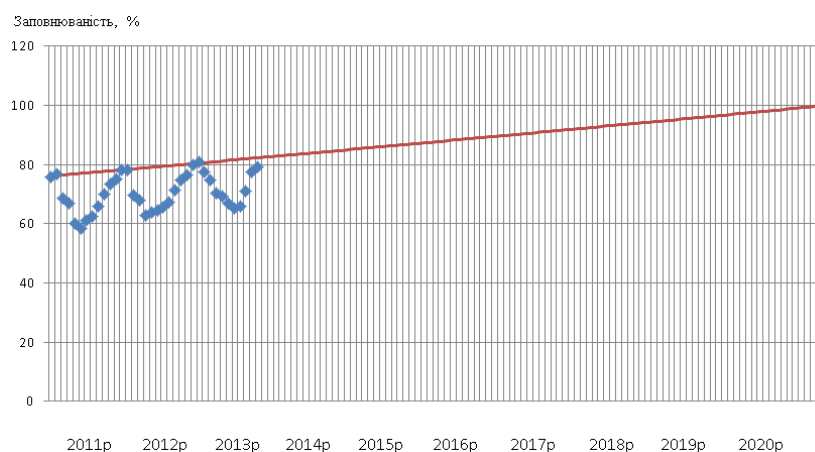


Рисунок 2.4 - Прогноз заповнюваності ЗОКД за 2011-2020 рр.

2.3 Дослідження ефективності енергозбереження при впровадженні системи регулювання теплового навантаження

Відомо, що централізовані котельні не в змозі оперативно реагувати на зміни зовнішньої температури повітря, а тому споживачеві потрібно оплачувати

надлишкове тепло коли температура повітря зросла, а центральна котельня не встигла зменшити температуру теплоносія [5].

З цих міркувань використання систем регулювання теплоспоживання у сукупності з системою обліку спожитої теплової енергії є дуже привабливим. Такі системи здатні оперативно реагувати на зміни температури повітря та зменшувати споживання теплової енергії, а теплові лічильники встановлені на вводах теплотраси будуть фіксувати зниження споживання тепла ЗОКД не залежно від режиму роботи центральної котельної.

Для визначення ефекту енергозбереження від впровадження автоматизованої системи регулювання теплового навантаження будівлі з урахуванням погодних умов проведемо дослідження.

Використовуємо усереднювання дані про споживання теплової енергії за 2010-2012 роки (таблиця 2.4).

Осереднене споживання теплової енергії корпусом за опалювальний період в середньому за досліджувані роки, складає 917,59 ГКал.

Усереднене значення тарифу на теплову енергію за встановлений період складає 77,68 грн. / ГКал.

Визначимо грошові витрати на теплову енергію в середньому за рік :

$$П = 917,59 \cdot 77,68 = 71278,39 \text{ грн} , \quad (2.9)$$

Визначимо почасове середнє значення споживання теплової енергії :

$$Q_o = \frac{Q}{n_1 \cdot n_2 \cdot n_3} ; \quad (2.10)$$

де Q - споживання теплової енергії за опалювальний сезон;

n_1 - кількість тижнів опалювального сезону;

n_2 - кількість днів в тижні;

n_3 - кількість годин в добі.

Отримаємо:

$$Q_o = \frac{917,59}{28 \cdot 7 \cdot 24} = 0,2 \text{ Гкал/рік},$$

При використанні автоматизованої системи регулювання теплового навантаження будівлі з урахуванням погодних умов, з урахуванням оптимізованого розташування пацієнтів по палатах скористаємося статистичним даним середньодобової температури м. Запоріжжя для визначення орієнтовного графіка навантаження на майбутні періоди (рисунок 2.5). При експлуатації опалювальних установок із-за наявності теплової інерції будівель враховуються не миттєві, а середньодобові значення температур зовнішнього повітря.

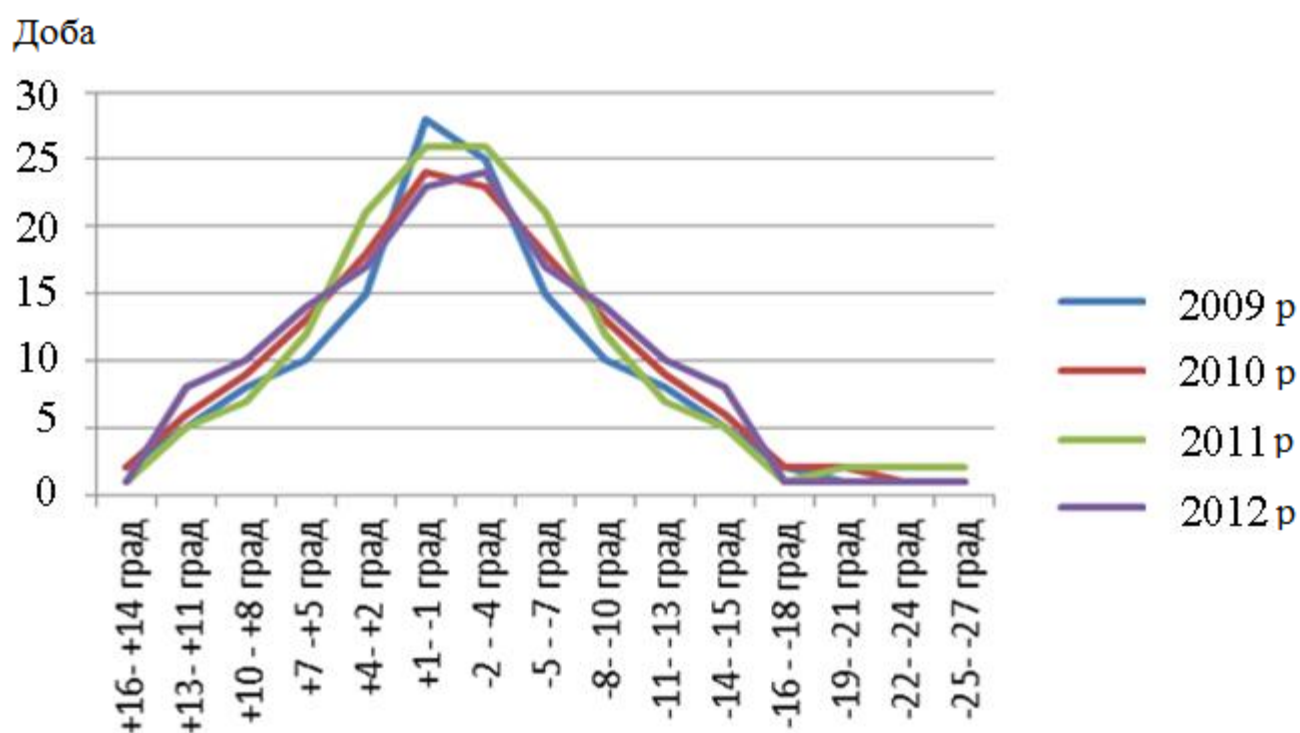


Рисунок 2.5 - Періоди стояння середньодобових температур зовнішнього повітря за опалювальний період в місті Запоріжжя

Середньодобові значення температур за 10 років сортувалися за величиною, після чого вироблявся розрахунок відносної частоти стояння кожної з середньодобових температур протягом середньостатистичного опалювального сезону. Аналіз даних показує, що близько 15% опалювального сезону утримується температура вище чим 8°C , що вказує на можливість енергозбереження при правильному регулюванні навантаження на опалювання.

Таким чином враховуючи все вище сказане задамо графік навантаження. Зробимо диференціацію часу опалювання на робочий і вихідний день. Крім того, в робочий день система опалювання працюватиме на повне навантаження протягом 12 годин (06:00-18:00), інші 12 годин і 24 години у вихідні дні для підтримки декілька меншої температури (на рівні +19 ° С) система опалювання працюватиме з 80 % навантаженням.

Введемо такий графік навантаження :

Понеділок, вівторок, середовище, четвер, п'ятниця (5 робочих днів) 12 годин - 100%; 12 годин - 80% навантаження.

Вихідні: 24 години - 80% навантаження.

Такий графік характерний у разі, якщо автоматика не враховує погодних умов. Враховуючи те, що близько 15% опалювального сезону утримується температура вище 8°C, автоматика обмежувати теплове навантаження. Приймаємо зниження теплоспоживання на 10%. Розрахуємо споживання теплової енергії з урахуванням можливості регулювання теплового навантаження.

$$Q_p = Q_o \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot (n_3 + n_3 \cdot 0,8) + Q_o \cdot n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot 0,8, \text{ Гкал/опал.період}; \quad (2.11)$$

$$Q_p = 0,2 \cdot 28 \cdot 5 \cdot (12 + 12 \cdot 0,8) + 0,2 \cdot 28 \cdot 2 \cdot 24 \cdot 0,8 = 655,87 \text{ Гкал/опал.період};$$

З урахуванням погодних умов:

$$Q_{p+n} = Q_p - Q_p \cdot 0,1, \text{ Гкал/опал.період}; \quad (2.12)$$

$$Q_{p+n} = 655,87 - 655,87 \cdot 0,1 = 590,28 \text{ Гкал/опал.період};$$

Річна економія теплової енергії за рахунок проведення теплового навантаження складає:

$$\Delta Q = Q - Q_{p+n}; \text{ Гкал/опал.період}; \quad (2.13)$$

$$\Delta Q = 917,59 - 590,28 = 327,31 \text{ Гкал/опал.період};$$

2.4 Календарній графік виконання робіт з зниження споживання теплової енергії

Прогнозування середньорічної заповнюваності стаціонару вказало, що кількість пацієнтів ЗОКД постійно зростає. З 2013 по 2020 рік прогнозовано збільшення пацієнтів приблизно до 100%, також зростає споживання теплової енергії. Це обумовлено тим, що міські тепломережі к 2013 року мають більше теплове навантаження і не в змозі компенсувати зростаючі потреби у теплової енергії.

Дослідження залежності заповнюваності стаціонару та розподілення хворих по палатах дозволило зробити висновок, що хворі не оптимально розподілені по палатах. Як що здійснити оптимізацію розподілення хворих по палатах, а також у порожніх палатах зменшити температуру повітря до мінімальних санітарних норм то можна отримати економію теплової енергії до 20% при 60 %заповнюваності. Все це можливо тільки при умов наявності двох трубної системи опалювання, терморегулювальних клапанів на кожному радіаторі, та комерційної системи обліку теплової енергії.

Проведено дослідження економії теплової енергії при наявності автоматизованої системи регулювання. Дослідження вказало, що економія від впровадження такої системи складе 327,31 ГКал/опал. період для усієї будівлі ЗОКД.

Також дослідження вказало, що влітку кількість пацієнтів зменшується, а також відсутні витрати на опалення тому має сенс використання геліоколектору для вироблення гарячої води.

Виходячи з вищесказаного можна сформулювати план дій для збільшення енергоефективності ЗОКД:

Беззатратні та малозатратні методи:

з 01-08 вересня 2014р провести організаційні збори персоналу для проведення організаційних бесід по енергозбереженню; з

01-10 жовтня 2014р провести утеплювання будівлі ЗОКД власними силами.

З 10 травня по 1 Серпня 2015 р провести заміну чавунних радіаторів опалення сучасними металевими панелями з терморегулювальними клапанами також встановити екрани за радіаторами опалювання, провести оптимізацію розміщення хворих по палатах.

Високозатратні методи:

З 1 Липня по 1 Серпня 2016р встановити на вводах теплотраси ЗОКД систему комерційного обліку теплової енергії змонтувати двохтрубну систему опалення та встановити електрокотел,.

З 1 квітня по 20 квітня 2017р. Встановити геліоколектор.

У 2019 році провести утеплювання фасадів будівлі, при умові 100% фінансування з держбюджету.

2.5 Реалізація першого етапу енергозбереження

2.5.1 Визначення теплових втрат крізь конструкції, що захищають

Проведемо розрахунок значення дійсного коефіцієнта теплопередачі крізь обгороджування K_{δ} для зовнішньої стіни для визначення найоптимальнішого матеріалу для утеплення.

Опір теплопередачі конструкцій, що захищають, приймається залежно від значення градусо-днів опалювального періоду - $\Gamma_{ДОП}$ [6].

$\Gamma_{ДОП}$ визначаються по формулі:

$$\Gamma_{ДОП} = (t_{вн} - t_{н.}) \times z_{оп.пер.}, \quad (2.14)$$

де $t_{вн}$ - розрахункова температура внутрішнього повітря,

що приймається згідно ГОСТ 30494-96,

$t_{оп.пер.}$, $z_{оп.пер.}$ - середня температура, (згідно БНіП 2.01.01-82.).

Згідно ГОСТ 30494-96, температура повітря в палатах ЗОКД в холодний період року має бути в межах 18 - 26 °С. Для розрахунку набуває значення $t_{en} = 22$ °С. Згідно з даними БНіП 2.01.01-82 для м. Запоріжжя:

$$t_{нн} = -21 \text{ } ^\circ\text{C},$$

$$z_{оп.пер.} = 166 \text{ діб.}$$

Підставивши значення у формулу (2.12), отримаємо:

$$ГДОП \times 166 = 7138,$$

Данні по будівельним матеріалам зведено у таблицю 2.7:

Таблиця 2.7 - Данні по матеріалам

Назва матеріалу	λ , Вт/(м·°С)
Цегляна кладка	0,82
Штукатурки	0,9
Baswool - мінеральний, базальтовий утеплювач	0,035
Пінополістірол ПСБ-15	0,038
Алюмінієвий фасад	0,89
Гіпсокартон	0,88
Залізобетонні плити	1,4
Руберойд	0,16
Бетонна стяжка	1,4
Ізоляційна подушка	0,087

Визначимо значення дійсного коефіцієнта теплопередачі крізь обгороджування K_d для зовнішньої стіни до утеплювання стін Вт/(м² · °С):

$$K_d = 1/(1/\lambda_n + \sum \delta i/\lambda i + 1/\lambda_g), \quad (2.15)$$

$$\text{де } \lambda_n = 23,3 \text{ Вт/(м}^2 \cdot \text{°С)},$$

$$\lambda_g = 9 \text{ Вт/ВТ/(м}^2 \cdot \text{°С)},$$

$$\delta_{штукатурки} = 0,02 \text{ м,}$$

$$\delta_{цегл. \text{ кладки}} = 0,72 \text{ м,}$$

$$\lambda_{\text{цегл. кладки}} = 0,82 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С}),$$

$$\lambda_{\text{штукатурки}} = 0,9 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С}),$$

$$K_{\partial 1} = 0,948 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{С}),$$

Визначимо значення дійсного коефіцієнта теплопередачі через обгороджування K_{∂} для зовнішньої стіни після утеплювання стін:

$$K_{\partial} = 1/(1/\lambda_n + \sum \delta i/\lambda_i + 1/\lambda_{\partial}), \quad (2.16)$$

$$\text{де } \lambda_n = 23,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{С}),$$

$$\lambda_v = 9 \text{ Вт}/\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{С}),$$

$$\delta_{\text{штукатурки}} = 0,02 \text{ м},$$

$$\delta_{\text{цегл. кладки}} = 0,72 \text{ м},$$

$$\delta_{\text{з. (мин. плит)}} = 0,06 \text{ м},$$

$$\delta_{\text{alpolic}} = 0,003 \text{ м},$$

$$\lambda_{\text{цегл. кладки}} = 0,82 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С}),$$

$$\lambda_{\text{штукатурки}} = 0,9 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С}),$$

$$\lambda_{\text{з. (мин. плит)}} = 0,035 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С}),$$

$$\lambda_{\text{alpolic}} = 0,89 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С}).$$

$$K_{\partial 2} = 0,564 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{С}),$$

Визначимо значення дійсного коефіцієнта теплопередачі через обгороджування K_{∂} для зовнішньої стіни після утеплювання стін:

$$K_{\partial} = 1/(1/\lambda_n + \sum \delta i/\lambda_i + 1/\lambda_{\partial}), \quad (2.17)$$

$$\text{де } \lambda_n = 23,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{С}),$$

$$\lambda_v = 9 \text{ Вт}/\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{С}),$$

$$\delta_{\text{штукатурки}} = 0,02 \text{ м},$$

$$\delta_{\text{цегл. кладки}} = 0,72 \text{ м},$$

$$\delta_{\text{з. (ПСБ-15)}} = 0,05 \text{ м},$$

$$\delta_{\text{alpolic}} = 0,003 \text{ м},$$

$$\lambda_{\text{цегл. кладки}} = 0,82 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С}),$$

$$\lambda_{\text{штукатурки}} = 0,9 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С}),$$

$$\lambda_{\text{з. (ПСБ-15)}} = 0,038 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С}),$$

$$\lambda_{\text{alpolic}} = 0,89 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^{\circ}\text{С}).$$

$$K_{\text{дз}} = 0,421 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{С}),$$

Як видно з розрахунків при утеплюванні зовнішніх стін будівлі ЗОКД коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін зменшується 1,744 разів при використанні мінерального утеплювача, при використанні пінопласту ПСБ-15 коефіцієнт теплопередачі зовнішніх стін зменшується 2,25 разів .

Однак пінопласт ПСБ-15 має високу пожежонебезпеку тому для утеплення ЗОКД вибираємо Baswool - мінеральний, базальтовий утеплювач.

2.5.2 Вибір радіаторів опалення

Радіатор - це побутова назва приладів рідинного опалення, тобто опалювальних приладів, в яких циркулює нагрітий до певної температури рідкий теплоносій (вода або антифриз). Конструкція цих приладів забезпечує ефективну передачу тепла від теплоносія в приміщення, що обігрівається.

Всі опалювальні прилади за способом передачі тепла в приміщення, що обігрівається підрозділяються на три типи:

- радіаційний,
- конвективно-радіаційний
- конвективний.

Прилади радіаційного типу основну частку свого тепла передають в навколишній простір через випромінювання (радіацію). Наприклад: стельові випромінювачі, секційні чавунні радіатори, трубчасті радіатори [7].

До приладів конвективно-радіаційного типу відносяться такі, які передають тепло через радіацію і конвекцію приблизно в рівній пропорції. Це секційні алюмінієві радіатори, секційні сталеві радіатори, біметалічні радіатори, трубчасті радіатори-конвектори. Прилади конвективного типу до 90% свого тепла передають конвекцією - циркуляцією повітря знизу-вгору, через нагріту ребристу

поверхню приладу. Наприклад: панельні радіатори, пластинчасті та трубчасті конвектори, ребристі труби [7].

За конструктивними особливостями опалювальні прилади підрозділяються на чотири класи:

- секційні,
- панельні,
- трубчасті,
- пластинчасті.

Секційні опалювальні прилади складаються з окремих нагрівальних елементів-секцій, які з'єднуються в батареї потрібної теплової потужності. Секції можуть бути чавунними, сталевими, алюмінієвими або комбінованими - зі сталі та алюмінію (біметалічними). Моделі секційних радіаторів можуть мати різну висоту, глибину і ширину.

Секційні чавунні радіатори (рисунок 2.6) це найдавніший вид приладів рідинного опалення. Завдяки сучасним технологіям він переживає друге народження. Більшість моделей мають майже плоску лицьову панель із закругленими кутами. Для естетів створені моделі, поверхня яких прикрашена рельєфним орнаментом у стилі ретро [8].



Рисунок 2.6 – Загальний вид чавунного секційного радіатора

Обсяг секцій зменшений, оскільки зменшено кількість теплоносія, що дозволяє досить ефективно управляти тепловіддачею радіатора за допомогою автоматики. Перевагою чавунних радіаторів є те, що до 70% теплового потоку у них розподіляється через випромінювання (радіацію) і тільки 30% через конвекцію. Велика частка радіаційної складової забезпечує більш рівномірний

прогрів як нижньої, так і верхньої зон приміщення. Сучасна медицина вважає, що найбільш сприятливий для здоров'я вид передачі теплової енергії це - променистий або радіаційний. Більшість чавунних радіаторів розраховане на робочий тиск до 9 атм, і випробувальне до 15 атм. Недоліками чавунних радіаторів є: велика маса - вага однієї секції до 8 кг; значна теплова інерційність; труднощі з видаленням пилу через маленького зазору між секціями; шорстка поверхня лицьових панелей; необхідність творити протяжки міжсекційних з'єднань перед установкою, а також наявність гострих кутів [8].

Чавунні радіатори можна встановлювати у всіх будівлях, де: значення тиску в системі опалення не перевищує вказаного виробником; влітку з системи опалення надовго зливають воду, а також у тих випадках, якщо покупцеві не потрібна швидка і точне регулювання температури повітря в кімнаті.

Секційні алюмінієві радіатори (рисунок 2.7) це наймолодший вид опалювальних приладів, їх виготовлення ведеться на сучасному технологічному рівні. Відлиті з алюмінію, вони володіють високою тепловіддачею. Лицьова панель - ідеально плоска поверхня, добре випромінює тепло. У верхній частині секцій є віконця, через які виходить нагріте повітря, створюючи інтенсивний конвективний потік [9].



Рисунок 2.7 – Алюмінієвий секційний радіатор

Вага однієї секції - близько одного кілограма, місткість - близько 0,25 л. Завдяки цим якостям, алюмінієві радіатори швидко нагрівають приміщення і швидко реагують на зміну параметрів регулювання. Алюмінієві радіатори розраховані на широкий діапазон тисків. Для більшості моделей робочий тиск становить 9 атм. Конвективна складова теплового потоку у них порівнянна з

радіаційного, що дозволяє віднести їх до конвективно-радіаційного типу приладів. Однак, алюмінієві радіатори чутливі до хімічного складу води в системі опалення. Кислотність теплоносія повинна знаходитися в межах $pH = 7-8$ [9].

У процесі експлуатації відбувається активне виділення та накопичення водню в радіаторі і, якщо його не видалити, це може призвести до руйнування радіатора. Виробники алюмінієвих радіаторів рекомендують встановлювати на них автоматичні газовипускні пристрої та враховувати їх особливості при проектуванні систем опалення. Небезпечні великі скачки тиску, так звані гідравлічні удари, які не рідкісні в системах опалення типових будинків [9].

Небезпечна для алюмінієвих радіаторів і електрохімічна корозія. З урахуванням названих властивостей, алюмінієві радіатори рекомендується використовувати в системах опалення будинків, де здійснюється постійний контроль хімічного складу води, або де цей склад гарантовано незмінний. Алюмінієві радіатори невилітні і від нестачі, притаманного більшості секційних радіаторів, - труднощі видалення пилу, що скупчується між секціями в процесі експлуатації [9].

Секційні біметалічні радіатори за зовнішнім виглядом вони мало відрізняються від алюмінієвих, мають всі їх достоїнства, але практично позбавлені їх недоліків. Конструкція їх така, що теплоносій у них майже не контактує з алюмінієм. Він рухається по сталевих трубок, які в свою чергу передають тепло алюмінієвим панелям, а ті нагрівають навколишнє повітря. Вага однієї секції на 50-60% більше алюмінієвої, але тепловіддача не менше. Робоче та випробувальне тиск у біметалічних радіаторів найвище з усіх класів приладів водяного опалення, і у деяких моделей досягають 30 атм і 45 атм відповідно. Співвідношення радіаційної і конвекційної складових теплового потоку таке ж, як у алюмінієвих. Радіатори цього типу можуть встановлюватися в різних системах опалення без обмеження тиску. Якість води не має для них такого важливого значення, як для алюмінієвих. Правда, підвищений вміст у воді кисню, безумовно, сприяє розвитку корозії в сталевих трубках радіаторів. Ця небезпека, втім, однаково серйозна для всіх типів радіаторів, крім чавунних. До недоліків

радіаторів цього типу слід віднести труднощі, пов'язані з видаленням пилу з міжсекційних простору [9].

Сталеві панельні радіатори опалення являють собою прямокутну панель, яка складається з 2-х зварених листів сталі зі спеціальними відштампованими поглибленнями, що утворюють канали для руху теплоносія (рисунок 2.8). Іноді для того, щоб збільшити тепловіддачу, на тильну сторону прикріплюються П-образні ребра. Кілька подібних панелей можна об'єднувати в пакет і закривати спеціальними декоративними планками [9].



Рисунок 2.8 – Загальний вид сталевого радіатору

Панелі випускаються в різних розмірах. Варіюватися може як висота, так і ширина. У зв'язку з цим при виробництві можна створити прилади, що володіють широким діапазоном теплової потужності.

В панельних радіаторах невелика глибина і вага. Відповідно, теплова інерційність їх також мала. Частка теплового потоку, яка передається конвекцією, може досягати 75%, тому даний тип радіаторів можна відносити до конвекторам.

При виробництві панелей використовують низьковуглецеву сталь, яка володіє характеристиками підвищеної корозійної стійкості. Перш, ніж почати працювати зі сталевими листами, їх поверхню знежирюють, покривають фосфатом, порошковою емаллю і надають термообробці [9].

Правда, незважаючи на всю міцність і надійність такого типу радіаторів, якщо вони мають пряме сполучення з атмосферою, то вони дуже швидко

піддаються корозії, тому термін їх служби може скорочуватися до декількох років.

До недоліків цього типу радіаторів можна віднести низьке робочий тиск, високу чутливість до різного роду ударам, в тому числі, і гідравлічним, а також незахищеність від корозій. Все це призводить до обмеження сфери застосування радіаторів лише автономними системами опалення з якісною водопідготовкою.

Навіть найкращий радіатор Кермі або іншого відомого виробника не зможе якісно працювати в інших умовах. Так що використовувати їх найкраще або при індивідуальному малоповерховому будівництві, або ж в інших будівлях лише за умови наявності індивідуального теплового пункту. Велика частина радіаторів розрахована на робочий тиск в 6 - 8,7 атм. Тестове, при цьому, становить, максимум, - 13 атм. при максимальній температурі теплоносія в 110 градусів. Таким чином, як видно, на тлі високої популярності і поширеності, даний тип радіаторів володіє і своїми суттєвими недоліками.

Трубчасті опалювальні прилади являють собою нерозбірні конструкції з вертикально розташованих зігнутих сталевих трубок, що з'єднують верхній і нижній колектори. Тепловіддача їх залежить від висоти, кількості рядів трубок (тобто глибини) і ширини приладу.

Трубчасті радіатори мають висоту від 0,3 м до 3 м, кількість рядів трубок від 1 до 6. Товщина стінок трубок від 1 до 1,5 мм у імпортованих моделей, і до 2 мм у російських. Вони досить надійні. Робоче і випробувальне тиск у них відповідно 10 атм і 15 атм для імпортованих моделей, і 15 атм і 22,5 атм для української марки РС.

Трубчасті радіатори швидко реагують на команди автоматичних терморегуляторів, оскільки містять відносно малий обсяг теплоносія. Радіаційна складова теплового потоку переважає над конвекційної, забезпечуючи більш рівномірний по висоті прогрів приміщень. Радіатори, завдяки своїй формі, не затримують і не накопичують пил, легко миються. Ці властивості роблять їх самими гігієнічними опалювальними приладами. Плавний вигин трубок, відсутність гострих кутів забезпечують травмобезпеку цих радіаторів [9].

Пластинчасті опалювальні прилади представлені безліччю видів, об'єднаних назвою конвектори. Нагрівальним елементом цих обігрівачів є сталеві або мідні труби, прямі або зігнуті, на які насаджені тонкі металеві пластини: гармошки, ребра або відрізки тонкостінних труб. Вся конструкція або закрита кожухом (біля настінних і плінтусних моделей), декоративною решіткою (у моделей, вбудованих в підлогу), або відкрита (ребристі труби). Секційні, трубчасті та панельні прилади прийнято називати радіаторами, пластинчасті - конвекторами.

Для установки в ЗОКД вибираємо радіатори KORADO у виконанні RADIK KLASIK (виробництва Чехії). Вони є сталевими панельними радіаторами опалювання з можливістю приєднання до системи опалювання з лівого або правого бічного боку. По своєму компоунуванню ці радіатори призначені для опалювальних систем з примусовою або природною циркуляцією. Для монтажу цих радіаторів потребується значно менша кількість людино/годин праці, ці радіатори мають підвищений коефіцієнт теплопровідності ніж алюмінієві, або чавунні.

Вибираємо радіатори типу 22, як що мають найбільш оптимальне співвідношення ціна якість, типа 22 означає що радіатор має дві секції з теплоносієм а також два ряду ребер (рисунок 2.9) [9].



Рисунок 2.9 - Перетин радіатору RADIK типу 22

Оскільки значення безрозмірних коефіцієнтів φ_1 і φ_2 залежать від значень температурного натиску θ і витрати води через прилад $M_{пр}$, кг/с, то спочатку визначаємо їх значення.

Оскільки в нашому випадку буде прийнята двотрубна схема стояків з рухом теплоносія в радіаторі зверху вниз, то $t_n = 95^\circ\text{C}$, $t_k = 70^\circ\text{C}$ для усіх опалювальних приладів. За формулою 2.18 отримаємо:

$$\Theta = \frac{t_n + t_k}{2} - t_g = \frac{95 + 70}{2} - 22 = 60,5^{\circ}\text{C}, \quad (2.18)$$

По таблиці 2.8 при русі теплоносія в радіаторі зверху вниз визначений коефіцієнт $\varphi_1 = 0,818$ і $\varphi_2 = 1$.

Таблиця 2.8 - Значення коефіцієнта « φ_1 »

$\Theta, ^{\circ}\text{C}$	Схема руху теплоносія, φ_1		
	Зверху до низу	Знизу до верху	Знизу у низ
58	0,783	0,779	0,786
60	0,818	0,815	0,821
62	0,854	0,851	0,856
64	0,89	0,888	0,892
66	0,926	0,925	0,927
68	0,963	0,962	0,964
70	1	1	1

Таблиця 2.9 - Параметри теплового потоку радіаторів Radik

Умовне позначення радіатору	Тепловий потік $Q_{\text{ну}}, \text{Вт}$	Габаритні розміри, мм		Площа поверхні, м^2	Маса радіатору, кг	Кількість води у радіаторі, л
		Висота	Довжина			
		H, м	L, м			
22-3080	1167	300	800	2,96	14,7	3
22-3090	1313		900	3,33	16,6	3,4
22-3100	1459		1000	3,7	18,4	3,8
22-3110	1605		1100	4,07	20,2	4,2
22-3120	1751		1200	4,44	22,1	4,6
22-3140	2043		1400	5,18	25,8	5,3
22-3160	2334		1600	5,92	29,4	6,1

Підбір радіаторів ведемо ітераційним методом. У палатах необхідно встановити три радіатори типу 22-3080, звідси витрата теплоносія через один радіатор складе (за формулою 2.19):

$$M_{np} = 0,0494 \cdot \frac{q_{ny}}{t_n - t_k} = 0,0494 \cdot \frac{1167}{90 - 70} = 2,88 \text{ кг/с}; \quad (2.19)$$

Таблиця 2.10 - Значення коефіцієнта «b»

Тип радіатору	Значення коефіцієнту «b» при атмосферному тиску, мм, рт. ст.							
	700	710	720	730	740	750	760	780
10	0,973	0,977	0,982	0,986	0,99	0,995	1	1,009
11,20	0,968	0,973	0,978	0,984	0,989	0,995	1	1,01
21	0,956	0,971	0,977	0,983	0,988	0,994	1	1,012
22	0,963	0,969	0,975	0,981	0,987	0,994	1	1,012
33	0,961	0,967	0,973	0,98	0,986	0,993	1	1,013

Необхідний тепловий потік радіатора визначається по формулі 2.17 ($b = 0,987$ для радіатора типу 22), Вт:

$$Q_{np}^{mp} = \frac{Q_{np}^{расч}}{\varphi_1 \cdot \varphi_2 \cdot b} = \frac{2613,98}{0,818 \cdot 1 \cdot 0,987} = 3237,66 \text{ Вт}, \quad (2.20)$$

Виходячи з отриманих значень визначаємо кількість радіаторів:

$$n = \frac{Q_{np}^{mp}}{Q_{ny}} = \frac{3237,66}{1167} = 2,7. \quad (2.21)$$

Приймаємо кількість радіаторів типу 22-3080 встановлюваних в палатах $n = 3$. Розрахунок кількості радіаторів в інших приміщеннях пропонуване вести за аналогічним розрахунком.

2.6 Реалізація другого етапу енергозбереження

2.6.1 Розробка структури нижнього рівня системи

Враховуючи недоліки механічних систем контролю, пропонується розробити комп'ютерну систему управління постачання теплоносія. Така система дозволяє здійснювати оперативний контроль за витратою теплоносія і управлінням його кількості. Передачу інформації між контролером і ПК диспетчера робитимемо по цифровому інтерфейсу зв'язки RS - 485, що забезпечує високу достовірність передачі даних.

Система складається з трьох рівнів:

- нижній - первинні перетворювачі (лічильники) :
ультразвуковий витратомір лічильник, холодної води US - 800,
витратомір на теплоносій Метран-400.
- середній - модуль ADAM - 4521, такий, що є інтелектуальним перетворювачем інтерфейсу RS - 485 в RS - 232, який призначений для включення у багатокрапкову мережу на базі RS - 485 пристроїв з інтерфейсом RS - 232 і передачу їх на верхній рівень;
- верхній - персональний комп'ютер із спеціалізованим програмним забезпеченням SCADA, здійснюючий збір інформації з контролерів, підсумкову обробку як по точках(введенням), так і по їх групах, відображення і документування даних обліку у виді зручному для аналізу і ухвалення рішень по управлінням енергопостачанням.

Структурна схема системи приведена на рисунку 2.10.

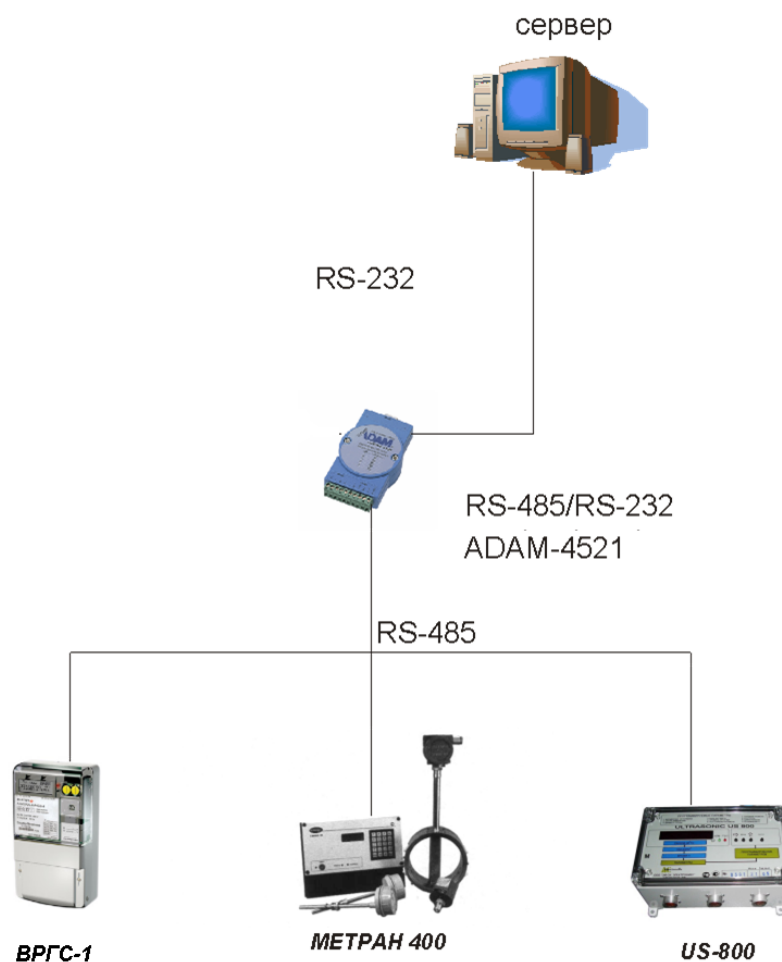


Рисунок 2.10 - Структура системи

2.6.2 Обґрунтування вибору елементів системи

При виборі первинних вимірників нижнього рівня враховується ряд важливих показників: діапазон вимірюваних (контрольованих) величин, точність, клас точності, функціональні можливості, можливість роботи з устаткуванням інших виробників, підтримка стандартних протоколів зв'язку, простота експлуатації і обслуговування, ціна.

Для забезпечення достовірності інформації про споживання холодної води вибраний витратомір ULTRASONIC US – 800 (рисунок 2.11). У нім є присутнім інтерфейс RS - 485 для зв'язку з комп'ютером, монтаж можливий до трубопроводу

будь-якого перерізу, крім того має великий термін служби, малий коефіцієнт погрішності.



Рисунок 2.11 - Ультразвуковий лічильник - витратомір US - 800

Витратомір-лічильник рідини ультразвукової US800 призначений для виміру середньої об'ємної витрати(надалі витрати) і об'єму рідин, що протікають в одному або двох напірних трубопроводах. US800 вимірює витрату і об'єм рідин, властивості і течія яких в трубопроводі з умовним діаметром від 15 до 2000 мм відповідають умовам:

- число Рейнольдса не нижче 5000;
- максимальна швидкість не більше 12 м/с;
- повне заповнення трубопроводу під тиском до 6,3 МПа;
- температура від - 40 до 200 °С;
- вміст газоподібних і твердих речовин не більше 1% від об'єму;

Витратоміри US - 800 відносяться до часо - імпульсним ультразвукових витратомірів, принцип роботи яких заснований на вимірі різниці часів проходження імпульсів ультразвукового коливання по напрямку руху потоку рідини і проти нього.

US - 800 може забезпечити виконання комунікаційної функції у складі промислової мережі на основі інтерфейсу RS - 485, що дозволяє контролювати

його параметри за допомогою зовнішнього пристрою(комп'ютера, мікропроцесорної системи управління).

Інтерфейс RS - 485 використовується для передачі сигналу в обох напрямках по двох дротах(вита пара).

RS - 485 є стандартним інтерфейсом, спеціально спроектованим для двонаправленої передачі цифрових даних в умовах індустріального оточення.

Застосування інтерфейсу RS - 485 дозволяє розташувати прилади US - 800 у безпосередній близькості до контролюваного устаткування і таким чином зменшити загальну довжину дротів і величину паразитних наведень на вхідні ланцюги. При виборі витратоміру необхідно знати орієнтовну витрату теплоносія і ефективний діаметр труби. Ці параметри є засадничими при виборі таких витратомірів.

Для установки на трубопровід вибирається витратомір з діаметром 80-100 мм. Це лічильник тепла Метран-400 (рисунок 2.12) призначений для обліку кількості теплової енергії і маси теплоносія у виробника або споживача, контролю параметрів теплоносія.



Рисунок 2.12 - Лічильник тепла Метран-400

Основні переваги:

- 5 типів алгоритмів з різними функціональними можливостями;
- системи тепlopостачання будь-якої конфігурації;
- беспроливной і імітаційний метод перевірки перетворювача витрати метран-зоопр, що входить до складу теплोलічильнику;

- можливість монтажу метран-зоопр на горизонтальній, вертикальній або похилій ділянці трубопроводу при будь-якій орієнтації відносно осі трубопроводу без зниження точності;
- висока надійність, стабільність впродовж тривалого часу за наявності вібрацій
- трубопроводу, змін температури і тиску робочого середовища;
- збереження інформації при відключеному живленні;
- застосування як на стороні джерела теплової енергії, так і на стороні споживача;
- теплоносій - вода мережева по бніп 2.04.07-86 "теплових мереж"
- діапазон температур теплоносія 1...150 °с
- різниця температур теплоносія в тому, що подає і зворотному трубопроводах(ат) не менше 5°с
- межі вимірів витрати 0,18...2000 м3/ч
- тиск в трубопроводах до 1,6 мпа
- клас теплотічильника - в по гост р 51649- 2000
- зв'язок із зовнішніми облаштуваннями обчислювальної техніки

Лічильник тепла призначений для виміру параметрів теплоносія (об'ємної витрати, температури, тиску) в трубопроводах систем тепlopостачання (теплоспоживання), подальшого обчислення теплової енергії і маси теплоносія, архівації, зберігання результатів в енергонезалежній пам'яті і передачі їх для реєстрації на зовнішні облаштування обчислювальної техніки. Забезпечується автоматична реєстрація середньогодинних і середньодобових значень параметрів теплоносія, ведуться годинні і добові архіви значень теплової енергії і маси теплоносія, глибиною архівації залежно від вживаного обчислювача. Результати вимірів і обчислень виводяться на табло обчислювача і на комп'ютер. Зв'язок із зовнішніми облаштуваннями обчислювальної техніки забезпечується по стандартних інтерфейсах типу "струмова петля", RS232, RS485.

Лічильник встановлюємо в закритій системі тепlopостачання з установкою одного перетворювача витрати Метран-300ПР на подаючому трубопроводі

теплової мережі. Основні технічні характеристики лічильника Метран-400 показані в таблиці 2.11

Таблиця 2.11 Основні технічні характеристики лічильника Метран-400

Найменування технічних параметрів	Одиниці вимірювання	Значення
Витрата теплоносія: - мінімальний - номінальний - максимальний	м ³ /год	0.18 17.5 29
Різниця температур теплоносія у тому, що подає і зворотному трубопроводах,	°С	Не менше 5
Тиск теплоносія,	МПа	до 1.6

Для введення інформації з термометрів опорів, що проводять вимір температур теплоносія в трубопроводах подання і зворотки вибираємо восьми каналний модуль аналогового введення ADAM, - 4018.

Характеристики модуля ADAM- 4018:

- тип інтерфейсу rs – 485;
- швидкість передачі даних adam - 4018 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 біт/сек;
- максимальна довжина лінії зв'язку 1200 м;
- протокол передачі даних сумісний з протоколом adam – 4000;
- максимальна кількість модулів в мережі 256;
- кількість каналів аналогового введення adam - 4018(6 диференціальних, 2 із загальним дротом);
- діапазони біополярного сигналу по напрузі - 0.015...+0.015,- 0.05...+0.05,-0.1...+0.1,-0.5...+0.5,-1...+1,-2.5...+2.5;
- діапазони біополярного сигналу по струму - 20...+20 ма;
- вхідний опір при вимірі струму 125 ом;

- струмовий шунт зовнішній, 125 ом;
- перевантаження по входу 35 в;
- смуга пропускання 15.7 гц;
- розрядність ацп 24 біт;
- частота вибірки ацп 10 вибірок/сек;
- тип перетворення ацп сигма-дельта перетворення;
- режими запуску ацп вбудований генератор;
- гальванічна ізоляція adam - 4018 3000 в;
- погрішність 0.1...0.1 %.

Для управління клапанами перекриття теплоносія вибираємо модуль релейного управління ADAM - 4068.

Характеристики модуля ADAM- 4068:

- 8 реле з перемикальним контактом;
- параметри контактів реле adam- 4068: 125 в/ 0,6 а; 250 в/ 0,3 а (для перемелюван. струму), 30 в/ 2 а; 110 в/ 0,6 а(для пост. струму);
- час включення 3 мс;
- час виключення 1 мс;
- підтримка протоколу modbus/rtu;
- споживана потужність 0.6 вт;
- робоча температура - 10...+70 с.

2.6.3 Архітектура верхнього рівня

В якості сервера може вільно виступати будь-який персональний x86 PC-сервер. У загальному випадку для сервера моніторингу потрібні наступні зовнішні інтерфейси: COM - порт для підключення лічильників, відеокарта для підключення монітора, клавіатура, миша, материнська плата.

Конфігурація серверу:

- процесор intel pentium 4;
- материнська плата foxconn 250;
- модуль пам'яті ddr 1gb pc3200;
- жорсткий диск 1 tb;
- монітор nec fe1970;
- клавіатура chicony kb - 0350;
- миша mitsumi;
- корпус кме cx-5059-02;
- принтер canon 150;
- windows 2000 server sp4.

2.6.4 Вибір технічних засобів верхнього рівня

Верхній рівень системи - персональний комп'ютер (ПК) із спеціалізованим програмним забезпеченням, здійснюючий збір інформації з контролера нижнього рівня, підсумкову обробку цієї інформації як по точках обліку, так і по їх групах - по підрозділах і об'єктах ЗОКД, відображення і документування даних обліку у виді, зручному для і аналізу, і ухвалення рішень(управління) керівництвом підприємства.

Для підключення мережі RS - 485 до комп'ютера потрібний конвертер інтерфейсів RS - 485 в RS – 232 (для підключення до COM-порту), т. до. офісні комп'ютери не мають портів для безпосереднього підключення пристроїв з інтерфейсом RS - 485. Модуль ADAM – 4521 (рисунок 2.13) є інтелектуальним перетворювачем інтерфейсу RS - 422/485 в RS - 232, який призначений для включення у багатокрапкову мережу на базі RS - 485 пристроїв з інтерфейсом RS - 232.



Рисунок 2.13 - Модуль ADAM - 4521

RS - 232C є одним з найбільш поширених комунікаційних стандартів. Хоча цей інтерфейс дуже широко представлений в різних обчислювальних системах, контрольно-вимірювальному устаткуванні і контролерах з програмованою логікою (ПЛК), для нього характерні дуже істотні обмеження на швидкість передачі інформації, протяжність лінії зв'язку і можливість створення багатокрапкових мереж, що пояснюється використанням для обміну даними несиметричної лінії зв'язку. Модуль ADAM - 4521 дозволяє здолати вказані обмеження, забезпечуючи можливість реалізації багатокрапкових високошвидкісних систем послідовної передачі даних на базі пристроїв з інтерфейсом RS - 232.

Перетворювач ADAM - 4521 має у своєму складі мікропроцесор, який виконує обробку даних перед обміном по каналу RS, - 232C. Інша функція мікропроцесора полягає в управлінні двома асинхронними приймачами і налаштуванню комунікаційних параметрів портів RS- 232C і RS - 485. Таким чином, є можливість одночасного використання різних швидкостей обміну по каналах зв'язку RS - 232C і RS - 485. Крім того, для реалізації асинхронного обміну інформацією між обслуговуваним пристроєм і провідним вузлом мережі мікропроцесор виконує ідентифікацію адреси в запиті, що поступає по мережі RS, - 485.

Модуль ADAM - 4521 має наступні характеристики:

- швидкість обміну : 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 біт/з(встановлюється програмним способом)
- пригнічення перешкод і викидів напруги в лінії зв'язку
- напруга ізоляції не менше 1000 в постійного струму

- автоматичний контроль лінії зв'язку rs - 485
- можливість роботи при різних швидкостях обміну для кожного інтерфейсу
- наявність сторожового таймера
- зберігання параметрів зв'язку в енергонезалежній пам'яті
- живлення здійснюється нестабілізованою постійною напругою від 10 до 30 в. є захист від переполюсовки напруги живлення
- індикатор наявності живлення і режиму роботи
- діапазон робочих температур : - 10...+70°с
- габаритні розміри: 120 x 60 мм
- споживана потужність: 1 вт

2.6.5 Вибір SCADA – системи

SCADA(Supervisory Control And Data Acquisition System) - система збору даних і оперативного диспетчерського управління.

В якості програмного забезпечення верхнього рівня вибираємо SCADA ТРЕЙС МОУД. Це перша інтегрована SCADA і softlogic- система, що підтримує наскрізне програмування операторських станцій і контролерів за допомогою єдиного інструменту. ТРЕЙС МОУД оперує поняттям проект - це сукупність усіх математичних і графічних елементів системи, що функціонують на різних операторських станціях

і контролерах, об'єднаних інформаційними зв'язками і єдиною системою архівації.

Проект може бути масштабним і містити сотні вузлів, а може включати тільки один контролер або операторську станцію.

Основні функції:

- модульна структура - від 128 до 64000*16 1u1054?. Кількість тегів необмежено;
- з - мінімальний цикл системи;
- відкритий формат драйвера для зв'язку з будь-яким УСО;
- відкритість для програмування(Visual Basic і т. д.);
- розробка розподіленої системи як єдиного проекту;
- засоби наскрізного програмування верхнього і нижнього рівня;
- вбудована бібліотека із понад 150 алгоритмів;
- автоматичне гаряче резервування;
- підтримка єдиного мережевого часу;
- більше 200 типів форм графічного відображення інформації в т. ч. тренди, мультиплікація;
- перегляд архівної інформації в реальному часі в т. ч. у вигляді трендів і таблиць;
- мережа на основі Netbios, NETBEUI, IPX, TCP;
- обмін з незалежними застосуваннями з використанням OPC;
- автоматичне резервування архівів і автовідновлення після збою;
- моніторинг і управління через Internet;
- повністю русифікована; технічна підтримка російською мовою.

Система розробника включає наступні компоненти:

Редактор бази каналів(РБК) - інструмент розробки розподіленої бази даних реального часу.

Редактор представлення даних(РПД) - інструмент розробки екранних форм операторського інтерфейсу.

Редактор шаблонів(РШ) - інструмент розробки шаблонів і сценаріїв формування документації про хід технологічного процесу.

Монітор реального часу(МРЧ) - сервер реального часу.

МРЧ здатний приймати дані через 32 послідовні порти. Драйвери до найбільш популярних контролерів вбудовані в МРЧ.

2.6.6 Модернізація міжповерхової розводки труб опалення

Для збереження теплової енергії дуже важливо правильно оцінити потреби в теплі в порівнянні з реальною витратою теплоносія. Тому необхідно встановлювати лічильники тепла на введеннях в об'єкт. У такому разі розрахунок вестиметься відповідно до реальної витрати теплоносія. Для приведення потоку і температури до необхідного споживання можуть бути використані електронні програмовані регулювальники і 2-ходовий клапан з електроприводом редуктора розміщений на зворотному трубопроводі системи опалювання, який управляє температурою потоку.

Регулювальник знижує температуру потоку теплоносія в нічний час і в запрограмовані періоди, а так само в палатах де немає пацієнтів. Температура потоку постійно коригується відповідно до температури зовні будівлі. Така система опалювання здатна заощадити до 30% витрат на енергію і поліпшити рівень комфорту.

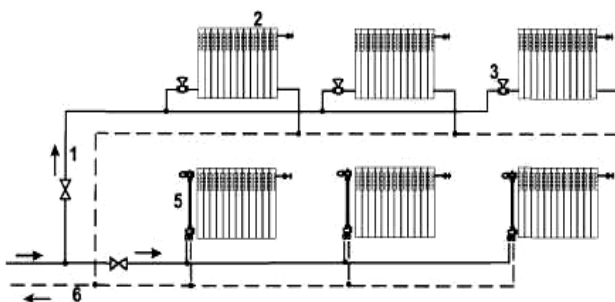
У сучасній практиці застосовуються однотрубні і двотрубні схеми опалювання; і ті і інші підрозділяються на вертикальні і горизонтальні; до двотрубних відносяться також колекторні системи [4].

Двотрубні системи припускають приєднання до опалювальних приладів відразу двох трубопроводів - прямого і зворотного. Вода, охолоджена в кожному з радіаторів, не поступає в інший опалювальний прилад, а спрямовується безпосередньо в котел по зворотному трубопроводу. В результаті температура води на вході в кожного з радіаторів приблизно однакова, що дозволяє використати прилади одного розміру. Двотрубні системи позбавлені недоліків, властивих однотрубній розводці. Діаметри що подає і зворотної труб, а також типорозміри з'єднань тут менше, ніж в однотрубних системах. Тому двотрубні системи краще виглядають при відкритому прокладенні і зручніші при виконанні прихованої, тобто у бетонному стягуванні підлоги або в(спеціальній ніші, яка видовбується в стіні, а потім заштукатурюється). Двотрубні системи дають

можливість регулювати тепловіддачу в кімнаті, для нього на кожному радіаторі встановлюється термостатичний вентиль, який здійснює цей процес автоматично [4].

Горизонтальні двотрубні системи бувають з верхньою і нижньою розводкою. Нижня розводка дає ще одну перевагу: ділянки системи опалювання можна вводити в лад поетапно, у міру будівництва поверхів. Вертикальні двотрубні системи можуть використовуватися у будинках зі змінною поверховістю. Звичайно, будь-який з різновидів двотрубних систем обійдеться дорожче, ніж однотрубна горизонтальна розводка.

Горизонтальні двотрубні системи (рисунок 2.14) бувають з верхньою і нижньою розводкою. Нижня розводка дає ще одну перевагу: ділянки системи опалювання можна вводити в роботу поетапно, у міру будівництва поверхів. Вертикальні двотрубні схеми можуть використовуватися у будинках зі змінною поверховістю.



1. стояк; 2.нагрівальні прилади; 3. регулюючий кран; 4. випуск повітря.
5. регулююча арматура; 6. магістраль зворотної води.

Рисунок 2.14 - Схема горизонтальної двотрубною системи опалювання

Горизонтальні схеми застосовуються у будівлях великої протяжності. Магістралі горизонтальних схем прокладаються в зручних місцях, зазвичай в допоміжних приміщеннях.

Найбільше поширення отримали двотрубні схеми опалювання. У двотрубній системі (рисунок 2.14) кожен нагрівальний прилад приєднується до двох труб: по одній підводиться гаряча вода, а по іншій йде охолоджена вода, при цьому усі опалювальні прилади виявляються принципово паралельні і рівноправні по відношенню один одному. Залежно від місця прокладення магістральних

трубопроводів системи підрозділяються на системи з верхньою розводкою (рисунок 2.15), якщо гаряча(що подає), магістраль проходить вище за усі опалювальні прилади, і з нижньою розводкою (рисунок 2.16), коли і що подає і зворотна магістралі проходять нижче усіх нагрівальних приладів.

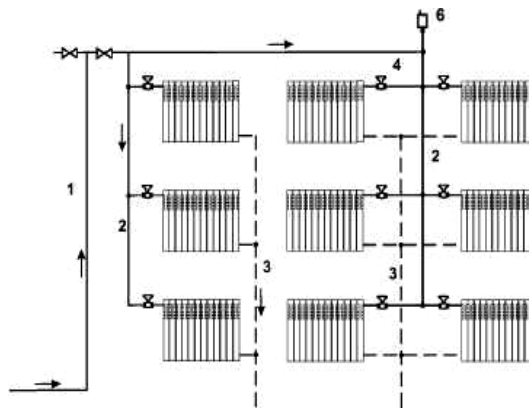
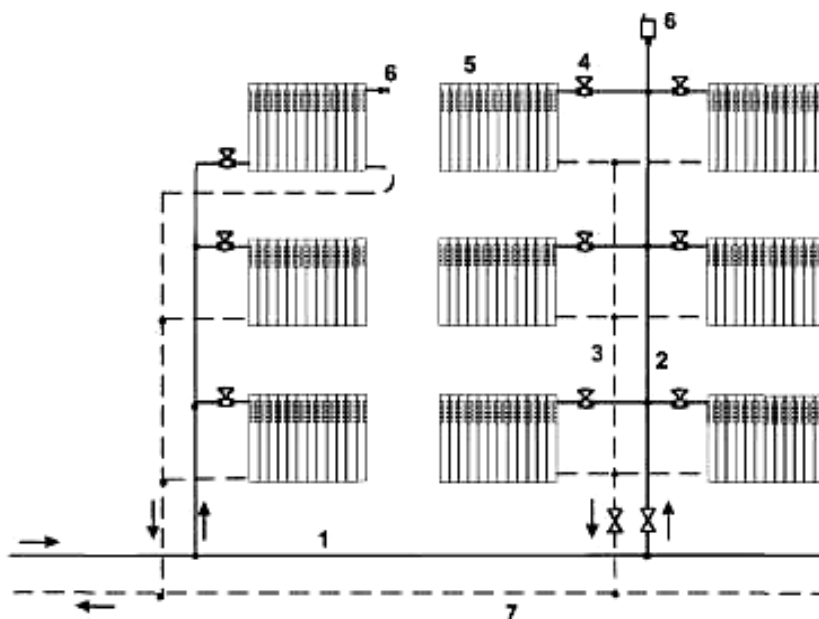


Рисунок 2.15 - Двотрубна вертикальна схема водяного опалювання з верхньою розводкою

На рисунку 2.15 приведена схема вертикальної двотрубної системи опалювання з верхньою розводкою з одностороннім і двостороннім приєднанням нагрівальних приладів. Гаряча вода з теплового пункту подається в головний стояк, потім по горизонтальній магістралі розводиться до стояків і від них до нагрівальних приладів. Охолоджена вода з нагрівальних приладів збирається в загальний зворотний стояк і далі через зворотну магістраль поступає в тепловий пункт. Горизонтальні магістралі прокладаються з ухилом 0,002. Ухили горизонтальних труб повинні забезпечити вихід повітря з системи до верхніх точок, де він буде видалений.

По розташуванню труб, що сполучають нагрівальні прилади, системи діляться на вертикальні, коли прилади приєднуються до вертикального стояка, і горизонтальні, коли прилади приєднуються до горизонтально розташованих трубопроводів.

У системі з нижньою розводкою магістральна пінія розташовується в нижній частині системи.



1. магістраль гарячої води; 2. стояки гарячої води; 3. стояки зворотної води; 4. крани у приладів; 5. нагрівальні прилади; 6. випуск повітря; 7. зворотна магістраль.

Рисунок 2.16 - Двотрубна вертикальна схема водяного опалювання з нижньою розводкою

Рух води по стояках відбувається знизу верх. Видалення повітря з системи здійснюється через повітряні крани, що встановлюються на верхніх нагрівальних приладах, або за допомогою автоматичних воздуховідводчиків, встановлюваних на стояках або спеціальних повітряних лініях.

На відміну від однотрубних систем, двотрубні системи безпосередньо економлять тепло. У тому випадку, якщо приміщення перегріте, термостат зменшує або припиняє доступ теплоносія в прилад. Якщо теплоносій, який не поступив в прилад, потрапить в прилад сусіднього приміщення, то він перегріє це приміщення і термостат цього приміщення прикриється. Таким чином, зайвий теплоносій з циркуляції виключається. У режимі мінімум в двотрубну систему поступає теплоносій, циркулюючий тільки по нерегульованих стояках (сходові клітини, ліфтові холи, міжквартирні коридори). В цьому відношенні двотрубні системи прогресивніші, ніж однотрубні.

Серед безлічі двотрубних схем виділяються тупикові схеми і схеми з попутним рухом теплоносія. Також до основних видів двотрубних схем, що

найчастіше застосовуються в котеджном будівництві, можна віднести схеми з центральною подаючою магістраллю і колекторною. У двотрубній тупиковій схемі усі радіатори замкнутого опалювального контуру приєднуються прямою і зворотною підведеннями, і тільки останній в ланцюжку опалювальний прилад підключається, як в однотрубній горизонтальній схемі, тобто безпосередньо до прямих і зворотних магістральних трубопроводів. У схемі з попутним рухом теплоносія цього немає - тут усі радіатори «зрівняні в правах». Таку схему легше пов'язати з гідравлічної точки зору, але її складніше монтувати, оскільки діаметри паралельних ділянок і типорозміри фасонних частин відрізнятимуться. Двотрубна схема з центральною розподільною магістраллю - це різновид попередніх схем. Відмінність же полягає в тому, що в приміщеннях будинку прокладається подаюча магістраль, від якої відходять відгалуження до опалювальних приладів, за рахунок чого знижується витрата труб. Також ця схема цікава тим, що дозволяє підключити контури підлогового опалювання до високотемпературної магістралі. Тут використовується модуль змішувача з циркуляційного насоса і триходового крану змішувача з датчиком температури(цей вентиль встановлюється на всмоктуючому патрубку насоса), тобто пункт управління, який робить змішувач «теплої підлоги» незалежним від основної системи і таким, що не робить вплив на її режим роботи з точки зору гідравліки. Колекторна схема відноситься до двотрубних схем, але в силу своєї нервової специфіки коштує декілька осіб від інших. Річ у тому, що тут відкидається сама ідея магістрального трубопроводу в тому або іншому вигляді і кожен радіатор приєднується до розподільного колектора окремими такою, що подає і зворотною гілкам. Завдяки цьому ми зможемо досить легко пов'язати окремі опалювальні прилади по тиску і прокласти вторинні опалювальні контури(гілки теплих підлог). Крім того, колекторна схема дозволить нам скоротити діаметр труб і при прокладенні первинного опалювального контуру відмовитися від багатьох дорогих фасонних елементів. Попри те, що із-за більшої витрати труб і витрат на колектор така схема виявляється дещо дорожче, ніж традиційні двотрубні схеми, вона набуває все більшої популярності в індивідуальному домобудівництві.

Колекторна розводка припускає, що на кожному рівні, в спеціально призначеній шафі, розташовуються колектори, з яких до радіаторів опалювання йдуть труби і характеризується незалежним підключенням кожного радіатора. Подібна схема розводки дає можливість регулювати систему і установку спеціальних електромоторів, що підтримують задану температуру в кімнатах. Слід сказати, що колекторна схема коштує дорожче лежачої на 10-15%, проте вона визнана зручнішою у використанні і обслуговуванні.

Перевагою колекторної розводки є відносна легкість монтажу (мінімальна кількість з'єднань) гідравлічна стабільність системи. Черговою перевагою колекторної розводки є можливість заміни пошкодженої ділянки труби без руйнування конструкції підлоги.

Основні схеми закритих насосних водяних систем опалювання мають ряд особливостей :

1. Система опалювання - двотрубна вертикальна.

Вимагає балансування вертикальних стояків. Забезпечує хорошу гідравлічну і теплову стійкість.

2. Система опалювання - однострубна вертикальна.

Економить матеріали за рахунок втрати гідравлічної стійкості.

3. Система опалювання - однострубна горизонтальна.

4. Система опалювання - двотрубна горизонтальна.

Вимагає балансування горизонтальних петель. Забезпечує хорошу гідравлічну і теплову стійкість.

5. Система опалювання - двотрубна горизонтальна розподільна.

Передбачає розміщення на кожному етапі розподільної шафи, до якої індивідуально підключаються усі радіатори опалювання. Як труби, що підводять, використовуються металопластикові труби опалювання з фірмовою сполучною і запірною арматурою.

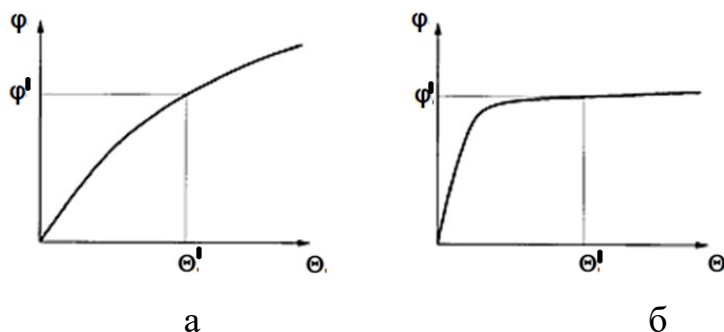
Такі схеми опалювання забезпечують надійний монтаж систем опалювання, гнучкість при зміні схеми опалювання в процесі експлуатації, просту і надійну наладку системи опалювання, і її гідравлічну і теплотехнічну стійкість.

6. Опалювання підлогове(тепла пола).

Тип водяного опалювання, в якому як опалювальні прилади використовуються укладені в конструкціях підлог за спеціальною технологією нагріваючі елементи (змійовики) виконані з полімерних трубопроводів без ізоляції, - це тепла пола. Нагріваючі елементи підключаються, як правило, за розподільною схемою опалювання, тобто до розподільних колекторів - кожен контур незалежно. У такій системі опалювання обов'язкова автоматика підтримки температури теплоносія не більше 55°C [5].

Для систем тепlopостачання ЗОКД рекомендується використовувати 2-трубну систему. Двотрубна система це також найбільш оптимальний варіант регулювання температури, до необхідної температури шляхом установки на кожен радіатор механічного регулювальника.

Для двотрубною системи опалювання зменшення навантаження не впливає на падіння температури в системі, в той же час для однотрубною системи невелике теплове навантаження викликає невеликий спад температури між тією, що подає і зворотною трубопроводом, тому що уся вода проходить через байпас в стояках. Висока різниця температур в двотрубних системі і малої різниці в однотрубній. Як видно на графіках (рисунок 2.17) кути нахилу кривих дуже різні, а це означає, що для двотрубною системи зміни в тепловіддачі (Q) досить велике при зміні потоку, тоді як для однотрубною системи ми бачимо, що навіть великі зміни величини потоку практично не впливають на тепловіддачу.



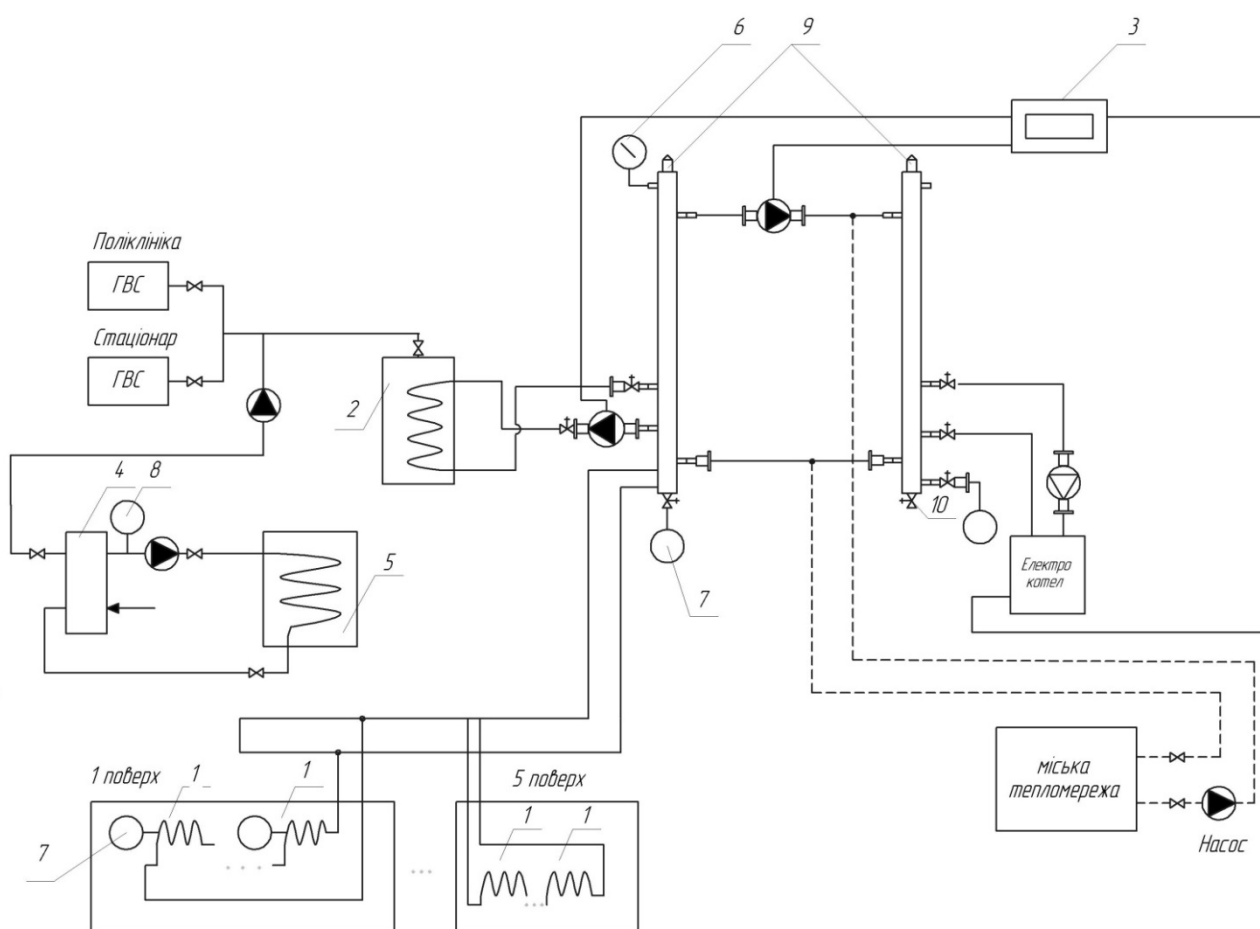
а) однотрубна система, б) двохтрубна система,

Рисунок 2.17 - Графіки ефективності двотрубною і однотрубною схем підключення

Той факт, що для 2-трубної системи зміна величини потоку має відчутний вплив на тепловіддачу, також говорить про важливість можливості регулювання потоку означає необхідність наявності попереднього налаштування вентилів при використанні їх в двотрубні системи опалювання.

Завдяки застосуванню розвиненої схеми автоматичного контролю режимів роботи устаткування і температурних параметрів в усіх значущих точках системи, вдається оптимізувати розподіл тепла і, відповідно, витрати енергоресурсів.

Враховуючи усе вище згадане, спроектована структура системи опалювання і ГВЗ ЗОКД показана на рисунку 2.18.



1. радіатор опалення; 2. бойлер ГВП; 3. контролер управління системою теплопостачання; 4. бак-акумулятор ГВП; 5. геліоколектор; 6. манометр;
7. термостат радіатору; 8. датчик температури ГВ.
9. клапан видалення повітря; 10. спускний вентиль.

Рисунок 2.18 - Структура системи опалювання і ГВП ЗОКД

2.7 Реалізація третього етапу енергозбереження

Геліоколектор - пристрій для збору теплової енергії Сонця (геліоустановка), яку переносять видимим світлом і ближнім інфрачервоним випромінюванням. На відміну від сонячних батарей, які виробляють безпосередньо електрику, сонячний колектор виробляє нагрів матеріалу - теплоносія. Звичайно застосовуються для потреб гарячого водопостачання та опалення приміщень.

Плоский колектор складається з елемента, що поглинає сонячне випромінювання (абсорбер), прозорого покриття і термоізолюючого шару . Абсорбер пов'язаний з теплопідводячою системою. Він покривається чорним кольором або спецрозчином, для підвищення ефективності.

Прозорий елемент зазвичай виконується із загартованого скла з пониженим вмістом металів, або особливого рифленого полікарбонату.

Задня частина панелі покрита теплоізоляційним матеріалом (наприклад, поліізоціанурит). Трубки, по яких поширюється вода, виготовляються із зшитого поліетилену (PEX) або міді. Сама панель є повітронепроникною, для чого отвори в ній закладаються силіконовим герметиком.

2.7.1 Обґрунтування вибору геліоколектору

Для ЗОКД вибираємо сонячний колектор плоский Sunrise PK ST NL 1,66 м², в кількості 20 шт (рисунок 2.19). Тип покриття - Standart виробляється зчорним селективним покриттям і застосовується в сезонних сонячних умовах у період року з квітня по жовтень. Вони задовольняють потреби щодо забезпечення гарячої води на 80-100 %. Сонячний колектор плоский.

- модель: sunrise pk st nl 1,66;

- розмір : 772x2125x90 мм;
- виробник sunrise;
- країна виробник болгарія;
- підключення: компресійний фітінг ø 22;
- корпус алюмінієвий.

Надійний корпус витримує суворі умови навколишнього середовища і забезпечує довгий термін експлуатації продукту. Конструкція рами забезпечує легку фіксацію і кілька можливостей монтажу колектора.



Рисунок 2.19 – Загальний вид геліоколектору Sunrise PK ST NL

Поглинач виготовлений з елементів покритих міддю, для хорошої передачі тепла від сонця до теплоносія. Силіконові ущільнення стійкі до ультрафіолетового випромінювання. Спеціально розроблені профілю та ущільнення забезпечують герметичність алюмінієвих конструкцій. Зроблено зі стійкого до сонця силікону високої якості. Ізоляційна мінеральна вата з винятковими теплоізоляційними можливостями тримає теплові втрати навіть в суворих кліматичних умовах.

Форма трубки абсорбера виконана у вигляді арфи , забезпечує малий гідравлічний опір і економічною витратою енергії. Кожен колектор перевіряється на герметичність. У виробництві використовується захисне скло сонячних колекторів DurasolarP + . Завдяки призматичної форми він захоплює навіть непрямі промені сонця і направляє їх прямо на поглинач . Це дозволяє сонячним променям потрапляти в колектор без відображення .

Будучи з низьким вмістом заліза ($\text{FeO} \leq 0.02 \%$), скло має більш високу швидкість передачі енергії, ніж звичайні скла, витримують сніг і град. Силіконові ущільнення стійкі до ультрафіолетового випромінювання. Спеціально розроблені профілю та ущільнення забезпечують герметичність алюмінієвих конструкцій. Зроблено зі стійкого до сонця силікону високої якості.

Найпростіша система, яка не потребує використання додаткових джерел енергії, складається з накопичувальної ємності та панелі.

2.7.2 Обґрунтування вибору електрокотлу

Для компенсації нестачі опалювальної потужності використовуємо настінний одноконтурний електричний опалювальний котел Logamax E213. Котел може працювати в діапазоні потужностей : 4-60 кВт (рисунк 2.20).

Основна перевага Logamax E213 полягає в простоті монтажу, налаштування і мінімальній кількості додатково необхідних елементів системи опалювання при підключенні.



Рисунок 2.20 – Загальний вид електрокотлу Logamax E213

Електричні котли не вимагають окремого приміщення для установки, вони безшумні і малогабаритні, тому підходять для установки в житлових

приміщеннях. Для Logamax E213 не вимагається встановлювати димар, тому що цей вид котлів не виділяє шкідливих речовин, а також немає необхідності очищення і утилізації продуктів згорання.

Електричний опалювальний котел Logamax E213 є сучасним екологічним джерелом тепла і призначений для пристрою системи опалювання житлових будинків, квартир і подібних об'єктів. Котел може бути підключений до будь-якої системи центрального або поверхового опалювання, змішаних або накопичувальних систем. Він може бути встановлений у вже існуючих закритих системах опалювання з котлами для твердого палива.

Діапазон потужності котлів Logamax E213 складається з 12 типоразмерів електрокотла Logamax E213 в діапазоні потужностей 4-60 кВт (таблиці 2.12,2.13). Електрокотел можна приєднати до будь-якої схеми центрального або поверхового опалювання.

Електричний котел Logamax E213 складається з корпусу котла, електричного блоку (електрошафи), панелі управління, насоса, перемикача тиску води, запобіжного клапана і розширювального бака (залежно від типу котла). Рама електричного котла кріпиться на стіні за допомогою кронштейнів, що є частиною постачання. Корпус котла зварений із сталевих пластин і оснащений теплоізоляцією. У корпусі котла встановлені електричні нагрівачі елементи (від їх кількості залежить потужність котла). Обшивка котла виготовлена із сталі і покрита комакситовою фарбою. На панелі розташовані елементи управління і сигналізації. Запобіжник знаходиться у верхній частині електричного пристрою. Треступінчатий насос забезпечує циркуляцію котельної води по усій системі опалювання. Котловою термостат регулює температуру води в корпусі котла, блокувальний термостат захищає корпус котла від перегрівання. Вихідну температуру води і тиск в системі показує комбінований вимірювальний пристрій - термоманометр. Датчик контролю тиску контролює мінімальний тиск води в котлі (у опалювальній системі). При меншому тиску котел працювати не буде.

У комплект постачання котла Logamax E213(4 - 60 кВт) входить насос і запобіжний клапан.

Таблиця 2.12 - Параметри лінії для живлення електрокотлу

Потужність електрокотлу, кВт	Перетин кабелю для однофазних котлів, мм ²	Переріз кабелю для трифазних котлів, мм ²
до 4	4,0	2,2
до 6	6,0	2,4
до 10	10,0	2,45
до 12	16,0	2,5
до 16	18,8	4,0
до 22	19,0	6,0
до 27	21,0	10
до 30	22,0	16
До 45	28,0	25
До 60	31,1	35

Таблиця 2.13 - Параметри живлячої мережі електрокотлу

Потужність електрокотлу, кВт	Для однофазних котлів, А	Для трифазних котлів, А
4	25	10
6	32	16
10	50	20
12	63	25
14	68	25
16	75	32
22	79	40
27	83	50
30	87	63
45	90	80
52	94	100
60	98	125

3 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРОЕКТУ

3.1. Розрахунок капіталовкладень та показників ефективності інвестицій на 2014-2015 роки

Суть магістерської роботи полягає у дослідженні шляхів зниження затрат Державного закладу «Запорізькій обласний кардіологічний диспансер» на оплату енергоресурсів.

На період з 2014-2015 року передбачене наступне:

- провести організаційні збори персоналу для проведення організаційних бесід щодо енергозбереження;
- провести утеплювання будівлі ЗОКД власними силами.
- встановити систему комерційного обліку енергоносіїв;
- провести заміну чавунних радіаторів опалення сучасними металевими панелями з терморегулювальними клапанами також встановити екрани за радіаторами опалювання,
- провести оптимізацію розміщення хворих по палатах.

Організаційні збори, та оптимізація розміщення хворих по палатах відносяться до беззатратних заходів. Тому цьому пункту не проводимо розрахунок витрат. Утеплювання будівлі власними силами потребує утеплювання вікон. Тому проведемо розрахунок капіталовкладень на утеплювання вікон.

Одно металопластикове вікно стандартної конструкції встановлене в ЗОКД має розміри 1,8 x 1,5м. Кількість вікон у ЗОКД становить 180 одиниць. Як що у вікнах гумовий ущільнювач не забруднено та не зруйновано то такі вікна утеплювати не потрібно. Встановлення нових ущільнювачей буде проводитись слюсарями ЗОКД, а чистка ущільнювачей буде проводитись молодшим медперсоналом.

Огляд вікон персоналом ЗОКД вказав на то, що 53 вікна потребують заміну ущільнювача а інші вікна його чистку.

На одно вікно потрібно 5 метрів гумового ущільнювача. Ціна ущільнювача 3,20 грн за 1 метр. Розрахуємо ціну необхідної кількості матеріалу:

$$53 \cdot 5 \cdot 3,2 = 848 \text{ грн}; \quad (3.1)$$

Розрахуємо кошти для закупівлі та монтажу необхідного обладнання яке потрібно для реалізації системи комерційного обліку енергоносіїв, перелік обладнання зведемо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 - Перелік обладнання для системи комерційного обліку енергоносіїв

№ п.п.	Найменування обладнання	Одиниці вимірювання	Кількість од, м	Ціна за од. грн	Разом, грн
1	Сервер	шт.	1	6000	6000
2	Модуль ADAM 4521	шт.	1	1700	1700
3	Лічильник електроенергії ВРГС-1	шт.	2	800	1600
4	Лічильник теплової енергії Метран-400	шт.	4	1300	5200
5	Витратомір US-800	шт.	2	1600	3200
6	Кабель віта пара	м	1000	5	5000
7	Програмне забезпечення (ОС, SCADA)	Комплект	1	7200	7200
8	Обладнання кабінету для встановлення серверу			8 000	8 000
9	Пусконалаштувальні роботи			10 000	10 000
Разом:					47900

Розрахуємо витрати на заміну чавунних радіаторів опалення сучасними – сталевими, та встановлення відбиваючих екранів.

Кількість радіаторів опалення у ЗОКД становить 175 од. Вартість радіатору RADIK типу 22 з вбудованим термостатом становить 370 грн. Вартість відбивача для одного радіатору опалення становить 10 грн. Вартість демонтажу

старого радіатору 30 грн, вартість монтажу радіатору типа RADIK 50 грн, вартість встановлення відбивача 5 грн.

Розрахуємо вартість заміни радіаторів та встановлення відбивачей:

$$175 \cdot 30 + 175 \cdot 370 + 175 \cdot 50 + 175 \cdot 10 + 175 \cdot 5 = 81375,00 \text{ грн} \quad (3.2)$$

Разом капіталовкладення за перший етап:

$$848 + 81375,00 = 82223,00 \text{ грн}; \quad (3.3)$$

Об'єкт споживає 920,25 Гкал теплової енергії на рік. У рамках програми енергозбереження за 2014-2015 роки передбачається впровадити енергозберігаюче обладнання, що забезпечує економію теплоти в розмірі 14% від загального споживання. Визначити ефективність інвестицій в проект

Таблиця 3.2. - Вихідні дані для першого етапу енергозбереження

Показники	Одиниці вимірювання	Позначення	Значення показника
1. Капіталовкладення в проект	грн	К	82223,00
2. Річна норма амортизації основних засобів	%	Н _А	12,5
3. Норма відрахувань на техобслуговування і ремонт	%	Н _Р	7,0
4. Ціна теплової енергії для підприємства	грн. / Гкал	Ц _Q	188,49
5. Ставка податку на прибуток	%	С _{НП}	19,0
6. Ставка податку на майно	%	С _{НИ}	2,0
7. Норма дисконту	%	Е	10,0

Потенціал енергозбереження, приріст прибутку і дохід від інвестицій (у розрахунку на рік).

Економія теплопостачання на об'єкті:

$$\Delta Q = 0,14 \cdot Q, \text{ Гкал}; \quad (3.4)$$

де Q – спожите тепло, Гкал.

$$\Delta Q = 0,14 \cdot 920,25 = 128,84 \text{ Гкал};$$

Вартість зекономленої енергії:

$$\Delta E = C_Q \cdot \Delta Q, \text{ грн;} \quad (3.5)$$

де C_Q – ціна теплової енергії для підприємства, грн. / Гкал

$$\Delta E = 188,49 \cdot 128,84 = 24285,05 \text{ грн;}$$

Амортизація основних засобів:

$$A = 0,01 \cdot H_A \cdot K, \text{ грн;} \quad (3.6)$$

де H_A річна норма амортизації основних засобів, %.

$$A = 0,01 \cdot 12,5 \cdot 82223,00 = 10277,88 \text{ грн;}$$

Витрати на техобслуговування та ремонт:

$$P = 0,01 \cdot H_P \cdot K, \text{ грн;} \quad (3.7)$$

де H_P - норма відрахувань на техобслуговування і ремонт, %

K - капіталовкладення в проект, грн.

$$P = 0,01 \cdot 7,0 \cdot 82223,00 = 5755,61 \text{ грн;}$$

Економія поточних витрат (приріст прибутку):

$$\Delta C = \Delta E - (A + P), \text{ грн;} \quad (3.8)$$

$$\Delta C = 24285,05 - (10277,88 + 5755,61) = 8251,56 \text{ грн;}$$

Приріст чистого прибутку підприємства:

$$ЧП = \Delta C \cdot (1 - 0,01 \cdot C_{НП}), \text{ грн;} \quad (3.9)$$

де $C_{НП}$ ставка податку на прибуток, %.

$$ЧП = 8251,56 \cdot (1 - 0,01 \cdot 19) = 6683,76 \text{ грн;}$$

Річний дохід інвестиційного проекту:

$$D_1 = ЧП + A, \text{ грн.} \quad (3.10)$$

$$D_1 = 6683,76 + 10277,88 = 16961,64 \text{ грн.}$$

Критерії ефективності інвестицій визначаємо за спрощеною методикою, вважаємо, що річний прибуток постійний ($D_1 = D = \text{const}$). Розрахунок виконуємо в такій послідовності.

Розрахунковий період приймаємо рівним нормативному терміну служби енергозберігаючого обладнання:

$$T = 100 / H_A, \text{ років;} \quad (3.11)$$

$$T = 100 / 12,5 = 8 \text{ років;}$$

Знаходимо значення множників, що дисконтуються з додатка з відомим значенням E і T :

$$\alpha_{(8,0,1)} = 5,3349 \text{ років};$$

Чистий дисконтований дохід проекту:

$$ЧДД = 16961,64 \cdot 5,3349 - 82223,00 = 8265,65 \text{ грн}; \quad (3.12)$$

Індекс прибутковості проекту:

$$ID = ЧДД / K + 1; \quad (3.13)$$

$$ID = 8265,65 / 82223,00 + 1 = 1,1;$$

Знаходимо граничне (мінімальне) значення множників, що дисконтуються, при якому проекті не збитковий:

$$\alpha_{T(PP)} = K/D, \text{ років}; \quad (3.14)$$

$$\alpha_{T(PP)} = 82223,00/16961,64 = 4,8 \text{ років};$$

При $T = 8$ років і $\alpha_{T(PP)} = 4,8$ року знаходимо, що шукане значення ставки знаходиться в інтервалі $0,55 - 0,58\%$. Методом лінійної інтерполяції знаходимо шукане значення ВНД:

$$\text{ВНД} = 0,55 + (0,58 - 0,55) \cdot \frac{4,9 - 4,8}{4,9 - 4,68} = 0,56; \quad (3.16)$$

Статичний термін окупності визначаємо за формулою:

$$T_{O(CT)} = K/D, \text{ років}; \quad (3.17)$$

$$T_{O(CT)} = 82223,00/16961,64 = 4,8 \text{ років};$$

Динамічний термін окупності знаходимо при $\alpha_{T(PP)} = 4,8$ року і нормі дисконту $E = 0,1$. Шукане значення потрапляє в інтервал 5-6 роки. Використовуючи формулу, знаходимо величину терміну окупності:

$$T_o = 5 + (6 - 5) \frac{4,8 - 0,91}{4,9 - 0,91} = 5,97; \quad (3.18)$$

Граничні капіталовкладення в проект:

$$K_{PP} = K + ЧДД, \text{ грн}; \quad (3.19)$$

$$K_{PP} = 82223,00 + 8265,65 = 90488,65 \text{ грн};$$

Висновок по проекту. Всі розраховані критерії ефективності задовольняють умовам доцільності інвестиційного проекту:

$$ЧДД = 8265,65 \text{ грн} > 0;$$

$$ID = 1,1 > 1;$$

$$ВНД = 0,56 > E = 0,10;$$

$$T_0 = 5,97 \text{ років} < T = 8 \text{ років.}$$

Отже, проект доцільний і може бути рекомендований до впровадження.

3.2 Розрахунок капіталовкладень та показників ефективності інвестицій на 2016-2017 роки

На період з 2016-2017 року передбачені наступні заходи:

- монтаж двохтрубної системи опалення;
- встановлення електрочотлу та геліоколектору;

Проведемо розрахунок витрат для монтажу двохтрубної системи опалення та встановлення електрочотлу та геліоколетору.

Довжина труб системи опалення у ЗОКД становить приблизно 650м. Вартість металопластикової труби Stabi 32мм становить 56 грн за 1м. Вартість фасонних елементів становить 25 грн од. Вартість демонтажу метра старої труби опалення 10 грн, вартість монтажу труби типа Stabi 32мм 35грн. Також необхідно врахувати що на один радіатор опалення приходиться 4 фасонних елементів.

Розрахуємо вартість заміни труб системи опалення:

$$650 \cdot 10 + 2 \cdot 650 \cdot 56 + 2 \cdot 650 \cdot 35 + 4 \cdot 175 \cdot 25 = 142300,00 \text{ грн}; \quad (3.20)$$

Ціна електрочотлу Logamax E213 становить 8 000 грн, вартість монтажних робіт 4500 грн.

Ціна гелеоколектору з системою монтажу становить 6 000 грн за одну панель, вартість монтажних робіт однієї панелі становить 2200 грн. Для ЗОКД потрібні 4 панелі.

Вартість встановлення електрочотлу та геліоколетору становить:

$$8000 + 4500 + 4 \cdot 6000 + 4 \cdot 2200 = 45300,00 \text{ грн}; \quad (3.21)$$

Загальні витрати для реалізації другого етапу енергозбереження складуть:

$$142300,00 + 45300,00 = 187600,00 \text{ грн}; \quad (3.22)$$

У рамках другого етапу програми енергозбереження за 2016-2017 роки передбачається впровадити енергозберігаюче обладнання, що забезпечує економію теплоти в розмірі 36,7 % від загального споживання. Визначити ефективність інвестицій в проект

Таблиця 3.3. - Вихідні дані для другого етапу енергозбереження

Показники	Одиниці вимірювання	Позначення	Значення показника
1. Капіталовкладення в проект	грн	К	187600,00
2. Річна норма амортизації основних засобів	%	Н _А	12,5
3. Норма відрахувань на техобслуговування і ремонт	%	Н _Р	7,0
4. Ціна теплової енергії для підприємства	грн. / Гкал	Ц _Q	188,49
5. Ставка податку на прибуток	%	С _{НП}	19,0
6. Ставка податку на майно	%	С _{НИ}	2,0
7. Норма дисконту	%	Е	10,0

Потенціал енергозбереження, приріст прибутку і дохід від інвестицій (у розрахунку на рік).

Економія теплопостачання на об'єкті за формулою (3.4):

$$\Delta Q = 0,367 \cdot 937,2 = 343,95 \text{ Гкал};$$

Вартість зекономленої енергії за (3.5):

$$\Delta E = 188,49 \cdot 343,95 = 64831,59 \text{ грн};$$

Амортизація основних засобів за формулою (3.6):

$$A = 0,01 \cdot 12,5 \cdot 187600,00 = 23450,00 \text{ грн};$$

Витрати на техобслуговування та ремонт за формулою (3.7):

$$P = 0,01 \cdot 7,0 \cdot 187600,00 = 13132,00 \text{ грн};$$

Економія поточних витрат (приріст прибутку) за формулою (3.8):

$$\Delta C = 64831,59 - (23450,00 + 13132,00) = 28249,00 \text{ грн};$$

Приріст чистого прибутку підприємства за формулою (3.9):

$$ЧП = 28249,00 (1 - 0,01 \cdot 19) = 22881,69 \text{ грн};$$

Річний дохід інвестиційного проекту за формулою (3.10):

$$Д_1 = 22881,69 + 23450,00 = 46331,69 \text{ грн.}$$

Критерії ефективності інвестицій визначаємо за спрощеною методикою, вважаємо річний прибуток постійний ($Д_1 = Д = \text{const}$). Розрахунок виконуємо в такій послідовності.

Розрахунковий період приймаємо рівним нормативному терміну служби енергозберігаючого обладнання за формулою (3.11):

$$T = 100/12,5 = 8 \text{ років};$$

Знаходимо значення множників, що дисконтуються з відомим значенням E і T :

$$\alpha_{(8,0,1)} = 5,3349 \text{ років};$$

Чистий дисконтований дохід проекту за формулою (3.12):

$$ЧДД = 46331,69 \cdot 5,3349 - 187600,00 = 59574,93 \text{ грн};$$

Індекс прибутковості проекту за формулою (3.13):

$$ID = 59574,93 / 187600,00 + 1 = 1,32;$$

Знаходимо граничне (мінімальне) значення множників, що дисконтуються, при якому проект не збитковий за формулою (3.14):

$$\alpha_{T(PP)} = 187600,00 / 46331,69 = 4,05 \text{ років.}$$

При $T = 8$ років і $\alpha_{T(PP)} = 4,05$ року знаходимо, що шукане значення ставки знаходиться в інтервалі 0,55 – 0,60%. Методом лінійної інтерполяції знаходимо шукане значення ВНД за формулою (3.16):

$$\text{ВНД} = 0,55 + (0,6 - 0,55) \cdot \frac{4,95 - 4,05}{4,95 - 4,7} = 0,73;$$

Статичний термін окупності визначаємо за формулою за формулою (3.17):

$$T_{O(CT)} = 187600,00/46331,69 = 4,04 \text{ року};$$

Динамічний термін окупності знаходимо при $\alpha_{T(PP)} = 4,04$ років і нормі дисконту $E = 0,1$. Шукане значення потрапляє в інтервал 4-5 років. Використовуючи формулу, знаходимо величину терміну окупності за формулою (3.18):

$$T_o = 4 + (5 - 4) \frac{4,04 - 0,89}{4,11 - 0,89} = 4,97;$$

Граничні капіталовкладення в проект за формулою (3.19):

$$K_{\text{ПР}} = 187600,00 + 59574,93 = 247174,93 \text{ грн};$$

Висновок по проекту. Всі розраховані критерії ефективності задовольняють умовам доцільності інвестиційного проекту:

$$\text{ЧДД} = 59574,93 \text{ грн} > 0;$$

$$\text{ІД} = 1,32 > 1;$$

$$\text{ВНД} = 0,73 > \text{Е} = 0,10;$$

$$\text{T}_0 = 4,97 \text{ років} < \text{T} = 8 \text{ років}.$$

Отже, проект доцільний і може бути рекомендований до впровадження.

3.3 Розрахунок вартості утеплювання будівлі

Для утеплювання фасадів будівлі визначимо вартість конструкцій.

Площа усіх стін ЗОКД за винятком вікон складає 5524 м². Утеплювання виконується базальтовим утеплювачем який має вигляд плити розміром 1x0,5x0,08 м та площею 0,5 м². Ціна однієї плити 35грн.

Розрахуємо кількість плит для утеплювання будівлі:

$$5524 / 0,5 = 11048 \text{ од}; \quad (3.23)$$

Для кріплення однієї плити утеплювача потрібно 5 кліпс. Ціна одного комплекту для кріплення (200 од. кліпс) складає 68 грн.

Розрахуємо кількість комплектів кліпс для кріплення:

$$11048 \cdot 5 / 200 = 278 \text{ од}; \quad (3.24)$$

Відділка фасадів виконується за допомогою алюмінієвих фасадів який має вигляд плити розміром 1x1м та площею 1 м².

Ціна 1м² фасаду з системами кріплення складає 65грн.

Розрахуємо кількість плит:

$$5524 / 1 = 5524 \text{ од}; \quad (3.25)$$

Витрати на монтаж утеплювача та фасаду складають оплату праці найманих робітників. Вартість монтажу 1 м² утеплювача складає 20 грн, вартість монтажу алюмінієвого фасаду складає 35 грн. Доставка матеріалу при великих об'ємах закупівлі безкоштовна.

Розрахуємо витрати на утеплювання фасадів будівлі та монтажу алюмінієвого фасаду:

$$11048 \cdot 35 + 278 \cdot 68 + 11048 \cdot 20 + 5524 \cdot 65 + 5524 \cdot 35 = 1178944,00 \text{ грн.} \quad (3.26)$$

З розрахунку можна зробити висновок, що утеплювання фасадів неможливо виконати власними коштами, потрібно залучення приватних інвесторів, або за виконати утеплювання підтримки держави.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНОГЕННА БЕЗПЕКА

4.1 Характеристика потенційно небезпечних та шкідливих виробничих факторів

Приміщення де розміщується енергетичній сектор ЗОКД є прямокутним довжиною 8 м і шириною 6 м. Висота стелі 3 м. Робочі місця головного енергетика, заступника головного енергетика, та старшого зміни розділені перегородками з ламінованого ДСП заввишки 2 м з вмонтованими вікнами з матового плексигласу.

Таблиця 4.1 - Карта умов праці у енергетичному сектору ЗОКД

№	Чинники виробничого середовища і трудового процесу	Одиниці вимірювання	Нормативне значення	Фактичне значення	Тривалість дії чинника за зміну %
1	2	3	4	5	6
1	Шкідливі хімічні речовини: – пари спирту, – свинець і його неорганічні з'єднання, – вуглецю оксид,	мг/м ³	0,1·10 ⁻³ 0,01 20	0,1·10 ⁻³ 0,01 20	0
2	Мікроклімат в приміщенні: -швидкість руху повітря; -температура повітря; -відносна вологість, -інфрачервоне випромінювання,	м/с °C % Вт/м ²	0,1 20-24 40-60 140	0,1 21-23 40 20	10 90 90 80
3	Дрібні стереотипні рухи кистей і пальців рук, к-ть за зміну		40001- 60000	-	

Продовження таблиці 4.1

1	2	3	4	5	6
4	Напруженість праці: Увага (тривалість зосередження)	%		середня	70
5	Напруженість функцій аналізаторів (зір)	%			70

Так як роботи, що виконуються на цьому місці, зв'язані із середньою напругою зору і уваги тих, що працюють, робочі місця повинні бути оснащені як загальними, так і місцевим освітлення робочих місць, причому освітлювальна арматура повинна оберігати очі ламп, що працюють від сліпучої дії. Не можна допускати утворення тіней на робочих поверхнях при виборі розташування світильників.

Поверхня підлоги в приміщенні рівна, без вибоїн, неслизька, зручна для очищення та вологого прибирання, має антистатичні властивості.

Рівні шуму на робочих місцях працівників не повинні перевищувати встановлених значень, інакше цей шум негативно впливає на функціональний стан працівників, особливо при тривалому впливі.

Працівників енергетичного сектору це:

- зниження розумової працездатності;
- прискорення розвитку зорового стомлення;
- зміну відчуття кольору, підвищення витрати енергії (на 17%);
- появі головного болю;
- розвитку безсоння;
- ослабленні уваги і т.д.

Вплив шуму на вегетативну нервову систему може призводити до порушення периферичного кровообігу за рахунок спазму капілярів шкірного покриву і слизових оболонок, а також інших негативних наслідків. Шум може бути фактором, що сприяє розвитку стресу. Помічено взаємозв'язок між скаргами:

на шум і емоційними на-руйнуванням і поганим настроєм; шум є однією з причин сенсорного перевантаження, яке виникає у працівників.

Нормованими параметрами шуму на робочих місцях є рівні середньоквадратичних звукових тисків (дБ) та рівні звуку (дБА), що вимірюються за шкалою «А» шумоміра. Рівень шуму на робочому місці не перевищує 50 дБА.

Сумарний вплив безлічі джерел шуму в приміщенні в результаті багаторазового відбиття звукових хвиль може значно перевищити енергію прямого звуку від тих же джерел. Шум від окремих приладів не повинен перевищувати фоновий шум більш ніж на 5 дБ.

Робота з апаратурою, яка випромінює електромагнітні хвилі (комп'ютером), повинна виконуватися при строгому дотриманні санітарних правил для цього виду робіт. Недотримання правил може спричинити розлад нервової системи, наслідком якого буде порушення роботи серцево-судинної системи. При інтенсивному опромінюванні можливо також захворювання очей.

4.2 Заходи з поліпшення умов праці

Для нормалізації і підтримки мікрокліматичних умов у приміщенні передбачається використання природної вентиляції, кондиціонування та централізованого опалювання.

Організація робочих місць енергетичного сектора ЗОКД повинна відповідати ергономічним вимогам. Площа для одного робочого місця з комп'ютером повинна становити не менше 6 м², об'єм – не менше 20 м³. При розміщенні робочого місця з комп'ютером необхідно дотримуватись таких вимог:

- робоче місце повинно розташовуватись на відстані не менше 1 м від стін зі світловими отворами;
- відстань між бічними поверхнями моніторів повинна бути не меншою 1,2 м;

- прохід між рядами робочих місць повинен бути не меншим 1 м.
- при роботі з текстовою інформацією монітор пропонується встановлювати так, щоб поверхня екрану знаходилася в полі зору відстані 400-700 мм від очей оператора. Зручна поза при роботі з комп'ютером повинна забезпечуватися регулюванням висоти робочого столу, крісла і підставки для ніг.

Для головного енергетика площа робочого місця повинна бути не менше 6.5 м^2 , а об'єм – не менше 25 м^3

4.3 Виробнича санітарія

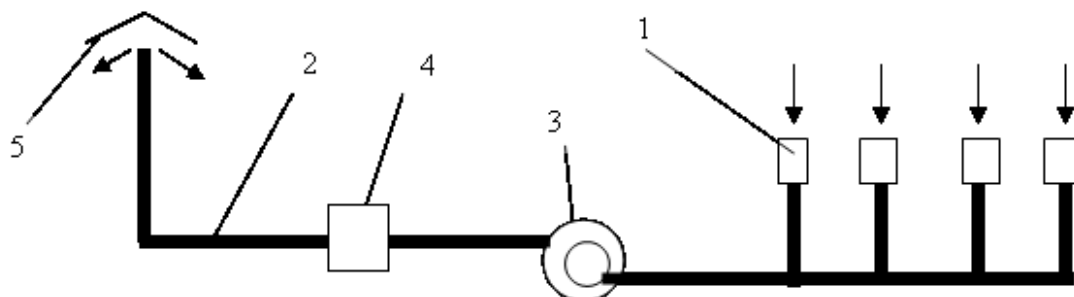
Визначає оптимальні і допустимі метеорологічні умови для приміщення (простір висотою 2 м. над рівнем підлоги, де розташовані робочі місця) і враховує: пору року, складність виконуваних робіт і надлишок тепла.

Природне освітлення здійснюється через світлові прорізи, орієнтовані переважно на північ і північний схід, і забезпечує коефіцієнт природної освітленості (КЕО) не нижче 1,5%. Зазначені значення КЕО нормуються для будівель, розташованих в третьому світловому кліматичному поясі. Для внутрішнього оздоблення приміщення використовуються дифузно-відбивні матеріали з коефіцієнтами відбиття від стелі - 0,7 - 0,8; для стін 0,5 - 0,6; для підлоги - 0,3 - 0,5.

Порушення метеорологічних умов веде до зниження працездатності.

Допоміжні приміщення (туалети, майстерні) повинні бути оснащені вентиляцією і опалюванням, які забезпечують рівномірну температуру і стан повітряного середовища. У приміщенні на відстані 2-5 м від вхідних дверей повинні бути встановлено термометр.

Повітря, що надходить в приміщення через нещільність огорожувальних конструкцій не містить шкідливих речовин, тому застосовуємо місцеву витяжну вентиляцію, схема якої представлена на рисунку 4.1.



1.насадки; 2. повітропроводи ; 3.вентилятор;

4. пристрої очищення; 5. пристрої викиду повітря

Рисунок 4.1 - Місцева витяжна вентиляція енергетичного сектору

Витяжна місцева вентиляція складається з витяжних отворів або насадків - 1, через які повітря видаляється з приміщення; вентилятора - 3, повітропроводів - 2; пристрої для очищення повітря від пилу або газів - 4, що встановлюється в тих випадках, коли викидається повітря необхідно очищати з метою забезпечення нормативних концентрацій шкідливих речовин в викидаємому повітрі та повітрі населених місць, а також в припливному повітрі, що подається у виробничі будівлі; пристрої для викиду повітря - 5, яке має бути розташоване на 1-1,5 м вище коника даху.

При роботі витяжної системи чисте повітря надходить у приміщення через нещільність в конструкціях.

4.4 Електробезпека

В енергетичному секторі ЗОКД працівники використовують наступні види електрообладнання:

- персональний комп'ютер, та оргтехніка;
- кондиціонер;

- вимикачі світла;
- рубильник.

При роботі з ПК та іншою технікою працівники повинні строго дотримуватися правила техніки безпеки, зокрема правила електробезпеки:

- всі доступні для дотику струмоведачі частини комп'ютера повинні бути захищені;
- рубильники і коробчасті вимикачі повинні бути миттєвої дії;
- щитки і рубильники повинні бути встановлені в глухих металевих кожухах, що закриваються на замок, і мати написи про вживану напругу;
- ручки і рукоятки, маховики повинні бути зроблені з ізолюючих матеріалів; металеві деталі з ізолюючими покриттями повинні бути ізольовані від струмоведаччих частин і заземлені;
- все електроустаткування, а також устаткування які можуть опинитися під напругою повинні бути заземлені;
- у місцях роботи поблизу відкритих струмоведаччих частин повинні бути встановлені дерев'яні щити і ґрати, покриті гумовими килимками.

4.5 Пожежна безпека

Нерідко, в робочих кабінетах виникає небезпека пожежі. Пожежі при нагріванні, прожаренні, висушуванні і інших роботах можуть відбутися:

- 1) від несправності нагрівальних приладів;
- 2) від несправності газопроводів та електричних проводів;
- 3) при недотриманні заходів обережності.

Найголовніше при пожежах - це не давати полум'я наблизитися до місць, де зберігаються легко займисті речовини. На випадок пожежі в енергетичному секторі в певних місцях, відомих кожному працюючому, завжди повинні бути:

- 1) вогнегасник;

- 2) відро або ящик з чистим дрібним піском;
- 3) повсть, вовняну ковдру;
- 4) пожежний рукав.

Приміщення відноситься до категорії А, Б.

Можливий на клас пожежі – Е.

Виходячи з площі приміщення цеху $S=48 \text{ м}^2$, визначуваний тип вогнегасників і їх число:

- порошкові вогнегасники ємкістю 5л – не менш 2-х;
- порошкові вогнегасники ємкістю 10л – не менш 1-го;
- вуглекислотні вогнегасники ємкістю, 5л – не менш 2-х.

Таблиця 4.2 - Рекомендації по оснащенню приміщень переносними вогнегасниками

Категорія приміщень цеху	Гранична площа, що захищається,	Клас пожежі	Пінні і водні вогнегасники ємкістю 10 л	Порошкові вогнегасники ємкістю, л			Хладонові вогнегасники ємкістю 2, (3) л	Вуглекислотні вогнегасники ємкістю, л	
				2	5	10		2 (3)	5 (8)
А, Б	200	А	2	-	2	1	-	-	-
		У	4	-	2	1	4	-	-
		З	-	-	2	1	4	-	-
		Д	-	-	2	1	-	-	-
		(Е)	-	-	2	1	-	-	2
У	400	А	2	4	2	1	-	-	2
		Д	-	-	2	1	-	-	-
		(Е)	-	-	2	1	2	4	2
Г	800	У	2	-	2	1	-	-	-
		З	-	4	2	1	-	-	-
Г, Д	1800	А	2	4	2	1	-	-	-
		Д	-	-	2	1	-	-	-
		(Е)	-	2	2	1	2	-	2

Для гасіння пожеж застосовуються наступні вогнегасники:

- Хімічні пінні вогнегасники ОХП-10. Вони призначені для гасіння пожеж із спалахом твердих і рідких речовин, за винятком електроустаткування і електропроводок.

- Вуглекислотні вогнегасники ОУ-25, ОУ-80, які призначені для гасіння пожеж електроустаткування і електроустановок.

4.6 Засоби індивідуального захисту

Засоби індивідуального захисту - вироби, призначені для захисту шкіри, очей і органів дихання від дії отруйних речовин і/або шкідливих домішок в повітрі.

Ці вироби діляться на засоби захисту органів дихання, засоби захисту шкірних покривів і засобу захисту органів зору.

До засобів захисту органів дихання відносяться протигази, респіратори, ватно-марлеві пов'язки. Засобами що оберігають шкіру від шкідливих джерел являються захисні костюми. До засобів захисту органів зору відносять спеціальні окуляри. Вибір засобів виробляється з урахуванням їх призначення і характеристик (мір захисту), а також конкретних умов забрудненості і характеру поразки місцевості.

У енергетичному секторі ЗОКД при роботі з ПК співробітникам рекомендується використовувати спеціалізовані окуляри які знижують втому очей. Так само необхідно забезпечити наявність ватно-марлевих пов'язок для співробітників з метою запобігання захворювання ОРЗ від пацієнтів ЗОКД в періоди епідемій і пандемій.

4.7 Розрахункова частина

Проводимо розрахунок загального освітлення робочого приміщення (визначаємо кількість світильників для забезпечення E_{\min} і потужність освітлюваної установки, необхідної для забезпечення нормованої освітленості).

1. Вибір системи освітлення. Згідно умови можна віднести категорію виконуваних робіт до робіт середньої точності.

У відповідності з обраним розрядом зорових робіт найменша освітленість робочої поверхні приймається $E_{\min} = 300$ лк.

У приміщеннях висотою до 6 м рекомендується застосовувати люмінесцентні лампи, основною якістю яких є висока світловіддача (до 75 лм / вт), термін служби до 10000 годин, хороша передача кольору, низька температура. У нашому випадку пропонуються лампи типу ЛТБ - 40 (по чотири лампи в кожному світильнику).

2. Визначення коефіцієнта запасу. Коефіцієнт запасу k враховує запиленість приміщення, зниження світлового потоку ламп в процесі експлуатації. Для виробничого приміщення з газорозрядними лампами $k = 1,2$.

3. Визначення коефіцієнта мінімальної освітленості Z . Коефіцієнт мінімальної освітленості Z характеризує нерівномірність освітлення. Він є функцією багатьох змінних і найбільшою мірою залежить від відстані між світильниками до розрахункової висоті (L / h).

При розташуванні світильників в лінію (ряд), якщо витримано найвигідніше відношення L / h , для ЛД рекомендується приймати $Z = 1,1$.

4. Розрахунок індексу приміщення i . Індекс приміщення визначається за наступною формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)}; \quad (4.1)$$

де A, B, h - довжина, ширина і розрахункова висота (висота підвісу

світильника над робочою поверхнею) приміщення, м.

H - геометрична висота приміщення, м;

h_{ce} - підвіс світильника. Приймаються $h_{ce} = 0,5$ м;

h_p - висота робочої поверхні. $h_p = 1,0$ м.

Тоді $h = 2,5$ м і індекс приміщення:

$$i = \frac{6 \cdot 8}{2,5 \cdot (6 + 8)} = 1,4.$$

5. Визначення коефіцієнта використання світлового потоку η . Коефіцієнт використання світлового потоку η є складною функцією, яка залежить від типу світильника, індексу приміщення і коефіцієнта відображення стелі, стін і підлоги.

Згідно з умовою коефіцієнти відбиття поверхонь приміщення: стелі $\rho_{стел} = 70\%$, стін $\rho_{стін} = 50\%$, підлоги $\rho_{підл} = 30\%$.

За довідковими таблицями методом інтерполяції знаходимо $\eta = 53,8\%$.

6. Розрахунок світлового потоку лампи $\Phi_{л}$. За довідковими таблицями знаходимо для лампи ЛТБ - 40 значення світлового потоку $\Phi_{л} = 2450$ лм.

7. Розрахунок кількості світильників, N . Освітлювана площа вважається такою, що дорівнює площі приміщення,:

$$S = 48 \text{ м}^2.$$

Визначаємо кількість N використовуваних світильників, вважаючи, що кожен світильник містить чотири ($n = 4$) лампи:

$$N = \frac{E_{min} kSZ}{\Phi_{л} n \eta} = \frac{300 \cdot 1,2 \cdot 48 \cdot 1,1}{2450 \cdot 4 \cdot 0,538} = 6; \quad (4.2)$$

Таким чином, при використанні ламп типу ЛТБ-40-4 необхідно для забезпечення нормованої освітленості кількість світильників $N = 6$.

8. Ескіз розташування світильників на плані приміщення із зазначенням розмірів показано на рисунку 4.2.

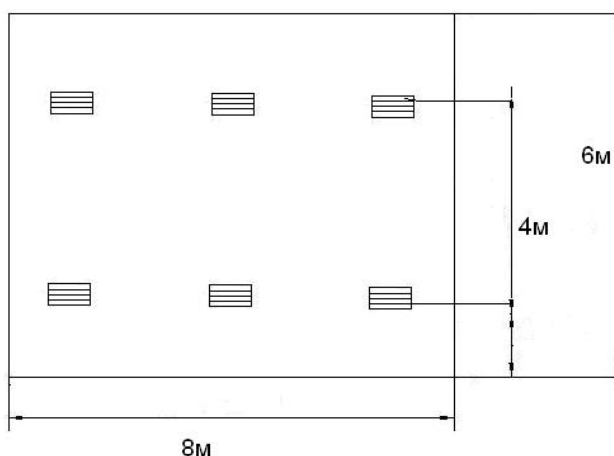


Рисунок 4.2 - Розміщення світильників

Найбільш оптимальний варіант розміщення світильників буде при $L1 = B / 2$ і $L2 = B / 4$. Тоді приймаємо в нашому випадку $L1 = 4$ м, $L2 = 2$ м.

Розрахунок місцевого освітлення виконується за допомогою методу точкового джерела. Для визначення світлового потоку Φ_l від лампи місцевого освітлення, що створює на робочій поверхні столу освітленість $E_{\min} = 850$ лк скористаємося формулою:

$$\Phi_l = \frac{1000 \cdot E_{\text{месн}} \cdot K}{m \cdot E}; \quad (4.3)$$

де K - коефіцієнт запасу;

m - коефіцієнт враховує вплив відбитого світла і світла від видалених джерел;

E - сума умовних освітленостей.

Вибираємо світильник типу “Альфа”, по кривим просторових ізолюкс визначаємо умовну освітленість. При висоті підвісу світильника 0.3 м і відстані від сліду світильника на рівень робочої поверхні столу до розрахункової крапки 0.5 м.

$$\Phi_l = \frac{1000 \cdot 700 \cdot 1,5}{1.1 \cdot 180 \cdot 8} = 729 \text{ лк.}$$

ВИСНОВКИ

1. Як показав аналіз структури енергоспоживання об'єкту найбільш значними статтями витрат в ЗОКД являються витрати на опалювання та гарячу воду.

Прогнозування середньорічної заповнюваності стаціонару вказало, що кількість пацієнтів ЗОКД постійно зростає. З 2013 по 2020 рік прогнозовано збільшення пацієнтів приблизно до 100%, також зростає споживання теплової енергії. При 100% заповнюваності стаціонару споживання тепла становить 103,8 %. Це обумовлено тим, що міські тепломережі к 2013 року мають більше теплове навантаження і не в змозі компенсувати зростаючі потреби у теплової енергії.

2. Дослідження залежності заповнюваності стаціонару та розподілення хворих по палатах дозволило зробити висновок, що хворі не оптимально розподілені по палатах. Як що здійснити оптимізацію розподілення хворих по палатах, а також у порожніх палатах зменшити температуру повітря до мінімальних санітарних норм то можна отримати економію теплової енергії до 20% при 60 %заповнюваності. Все це можливо тільки при умов наявності двох трубної системи опалювання, терморегулювальних клапанів на кожному радіаторі, та комерційної системи обліку теплової енергії.

3. Дослідження вказало, що влітку кількість пацієнтів зменшується, а також відсутні витрати на опалення тому має сенс використання геліоколектору для вироблення гарячої води.

4. У роботі сформульовано план дій за енергозбереженням з 2014 -2019 роки який умовно поділений на два етапу.

Перший етап:

- з 01-08 вересня 2014р провести організаційні збори персоналу для проведення організаційних бесід по енергозбереженню;
- з 01-10 жовтня 2014р провести утеплення будівлі ЗОКД власними силами.

- з 10 травня по 1 серпня 2015 р провести заміну чавунних радіаторів опалення сучасними металевими панелями з терморегулювальними клапанами також встановити екрани за радіаторами опалювання, провести оптимізацію розміщення хворих по палатах.

- капіталовкладення в проект 82223,00 грн;
- економія теплопостачання на об'єкті 128,84 Гкал;
- термін окупності 4,8 років.

Другий етап

- з 1 липня по 1 серпня 2016р встановити на вводах теплотраси ЗОКД систему комерційного обліку теплової енергії змонтувати двохтрубну систему опалення та встановити електрокотел,.

- з 1 квітня по 20 квітня 2017р. встановити геліоколектор.
- капіталовкладення в проект 187600,00 грн;
- економія теплопостачання на об'єкті 343,95 Гкал;
- термін окупності 4,04 років.

5. У 2019 році провести утеплювання фасадів будівлі, при умові 100% фінансування з держбюджету.

6. У розділі охорона праці розроблені заходи по безпеці на робочих місцях у енергетичному секторі ЗОКД, а також розраховано освітлення робочих зон.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ

1. Нікольський, С.В. (2012) "Перспективи енергетичного ринку в Україні", Енергозбереження, 2012, No 2, с. 18-21.
2. М.Т. Білуха Основи наукових досліджень. - К.: Вища шк., 1997. - 271 с. : іл.
3. А.А.Лудченко, Ю.А.Лудченко, Приймак Т.А. Основи наукових досліджень – М.: Енергоиздат, 1989. – 321 с.
4. Кудрявцев Л.Д., Курс математичного аналізу, т.2. М.: Вища школа, 2001. – 686 с. : іл.
5. Семенов В.А. Автоматизація систем теплопостачання . Москва, ЗАТ Видав., 2004, 38 с.
6. Баженов Ю.М., Король Є.А. Огороджувальні конструкції. - Видавництво Асоціації будівельних вузів, Москва, 2008. – 310 с. . : іл.
7. Нащокін В.В. Технічна термодинаміка і теплообмін. Довідник для вищих навчальних закладів.- 3-тє вид., ипр. і доп.- М.: Висш. Школа, 1980.-467с.
8. Рекомендації по застосуванню чавунних і алюмінієвих секційних трубчастих радіаторів - Науково-технічна фірма ТОВ «Вітатерм» - Москва: 2005 - 69 с.
9. Рекомендації по використанню сталевих панельних радіаторів Radik. - Науково-технічна фірма ТОВ "Вітатерм" - М., 2007. – 58 с. . . : іл.
10. Роддатіс К.Ф., Полтарацький А.М. Довідник з котельних установок малої продуктивності./Під редакцією Роддатіса К.Ф.-М.: Енергія, 1989.-488 с.
11. Хіклер А.С. Каталог трубопровідної арматури. Москва, ЗАТ Видав., 2012, 56 с.
12. Семенов В.А. Облік теплової енергії та теплоносія. Випуск 2. Москва, ЗАТ «Енергосервіс», 2004. – 208 с. : іл.
13. Семенов В.А. Застосування засобів автоматизації в системах водяного опалення будівель. Москва, ЗАТ Видав., 2004, 38 с.

14. Застосування засобів автоматизації в теплових пунктах систем централізованого теплопостачання будівель. Москва, ЗАТ Видав., 2004, 38 с.
15. Кострикін Ю.М., Мещерський Н.А., Коровіна О.В., Москва, Видавництво «Енергоатоміздат», 1990.- 254 с.
16. Староверов "Довідник дизайнера" Москва:-1978 - 201с
17. Промислова теплоенергетика та теплотехніка: довідник / А.М. Бакластов, В.М.; Під редакцією В.А. Григор'єва та В.Н. Зоріна.-М.: Енергоатоміздат:, 1983.-552 с.
18. Семенов В.А. Правила обліку теплової енергії та теплоносія. Москва, ЗАТ «Енергосервіс», 2004. – 66 с. : іл.
19. Каталог електричних котлів. – Бійський поліграфічний комбінат. - Бійськ:, 2012 – 48 с.
20. СН 245-71. Санітарні норми при проектуванні промислових підприємств. - М.: Держбуд, 1971. - 96 с. : іл.
21. Основи охорони праці. За редакцією доктора технічних наук, професора М.П. Купчика, доктора технічних наук, професора М.П. Гандзюка – Київ 2000. – 120 с. : іл.
22. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони. Москва, 1988. 146 с.
23. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів та правила безпеки при експлуатації електроустановок споживачів. К. 2009. – 210 с. : іл.
24. І.М.Івах, Ю.І.Бедрій, Б.О.Білінський, М.М.Козяр Основи охорони праці. Підручник 4-е изд. Перевтома. і доповнення.-К.: Кондор, -2010. -464 с. : іл.
25. Пістун І.П., Хобзей М.К., Сілін Т.В. Працездатність і здоров'я людини: Підручник. к.т.н., доцент І.П. Пістун. – Львів: Афіша, 2003. - 120 р
26. Методичні вказівки з економічного обґрунтування проектів для студентів ЗДІА спеціальності «Енергетичний менеджмент» усіх форм навчання»/Укр.: Братковська., – Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2012.

27. В. Н. Салін, О. Ю. Савченко Москва, Видавництво «Фінанси і статистика», 1999. – 80-ті роки
28. Методичні вказівки щодо виконання розділу «Охорона праці та техногенна безпека» дипломного проекту (роботи) для студентів спеціальності ЗДІА «Енергетичний менеджмент» денної та заочної форми навчання»/Укр.: Рижков., – Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2012.
29. НАПБ В.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будівель та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою 2007 р. – 34 с.
30. НАПБ А.01.001-2004. Правила пожежної безпеки України 2004 -32 с.
31. НАПБ В.03.001-2004. Типові норми володіння вогнегасниками 2004 р. – 17р.

Захворюваність населення України
за основними класами хвороб та віковими групами

Найменування класів хвороб	Дорослі 18–100 років		Діти			
			15–17 років включно		0–14 років включно	
	на 100 тис. відповідно го населення	питом а вага (%)	на 100 тис. відповідно го населення	питом а вага (%)	на 100 тис. відповідно го населення	питом а вага (%)
Усі хвороби	57 231,0	100,0	112 513,6	100,0	146 498,0	100,0
Хвороби системи кровообігу	6 190,7	10,8	1 635,4	1,5	872,0	0,6
Хвороби органів дихання	18 647,6	32,6	62 672,9	55,7	99 009,0	67,6
Хвороби шкіри та підшкірної клітковини	3 407,4	6,0	7 428,9	6,6	7 353,5	5,0
Хвороби кістково–м'язової системи та сполучної тканини	3 432,5	6,0	4 932,2	4,4	2 522,1	1,7
Хвороби сечостатевої системи	5 021,0	8,8	5 130,8	4,6	2 399,4	1,6
Травми, отруєння та деякі інші наслідки дії зовнішніх причин	4 575,5	8,0	6 396,4	5,7	5 029,3	3,4

Розрахунок дисконтуючого множника

Годы	Процентная ставка Е													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	0,990	0,980	0,971	0,962	0,952	0,943	0,935	0,926	0,917	0,909	0,901	0,893	0,885	0,877
2	1,970	1,942	1,913	1,886	1,859	1,833	1,808	1,783	1,759	1,736	1,713	1,690	1,668	1,647
3	2,941	2,884	2,829	2,775	2,723	2,673	2,624	2,577	2,531	2,487	2,444	2,402	2,361	2,322
4	3,902	3,808	3,717	3,660	3,546	3,465	3,387	3,312	3,240	3,170	3,102	3,037	2,975	2,914
5	4,853	4,713	4,580	4,452	4,329	4,212	4,100	3,993	3,890	3,791	3,696	3,605	3,517	3,433
6	5,795	5,601	5,417	5,242	5,076	4,917	4,767	4,623	4,486	4,355	4,231	4,111	3,998	3,889
7	6,728	6,472	6,230	6,002	5,786	5,582	5,389	5,206	5,033	4,868	4,712	4,564	4,423	4,288
8	7,652	7,325	7,020	6,733	6,463	6,210	5,971	5,747	5,535	5,335	5,146	4,968	4,799	4,639
9	8,566	8,162	7,786	7,435	7,108	6,802	6,515	6,247	5,995	5,759	5,537	5,328	5,132	4,946
10	9,471	8,983	8,530	8,111	7,722	7,360	7,024	6,710	6,418	6,145	5,889	5,650	5,426	5,216
11	10,368	9,787	9,253	8,760	8,306	7,887	7,499	7,139	6,805	6,495	6,207	5,938	5,687	5,453
12	11,255	10,575	9,954	9,385	8,863	8,384	7,943	7,536	7,161	6,814	6,492	6,191	5,918	5,660
13	12,134	11,348	10,635	9,986	9,394	8,853	8,358	7,904	7,487	7,103	6,750	6,424	6,122	5,842
14	13,004	12,106	11,296	10,563	9,899	9,295	8,745	8,244	7,786	7,367	6,982	6,628	6,303	6,002
15	13,865	12,849	11,938	11,118	10,380	9,712	9,108	8,559	8,061	7,606	7,191	6,811	6,462	6,142
16	14,718	13,578	12,561	11,652	10,838	10,106	9,447	8,851	8,313	7,824	7,379	6,974	6,604	6,265
17	15,562	14,292	13,166	12,166	11,274	10,477	9,763	9,122	8,544	8,022	7,549	7,120	6,729	6,373
18	16,398	14,992	13,754	12,659	11,690	10,828	10,059	9,372	8,756	8,201	7,702	7,250	6,840	6,467

Продолжение приложения

Годы	Процентная ставка Е													
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	30	35	40
1	0,870	0,862	0,855	0,848	0,840	0,833	0,826	0,820	0,813	0,807	0,800	0,769	0,741	0,714
2	1,626	1,605	1,585	1,566	1,547	1,528	1,510	1,492	1,474	1,457	1,440	1,361	1,289	1,225
3	2,283	2,246	2,210	2,179	2,140	2,107	2,074	2,042	2,011	1,981	1,952	1,816	1,696	1,589
4	2,855	2,798	2,743	2,690	2,639	2,589	2,540	2,494	2,448	2,404	2,362	2,166	1,997	1,849
5	3,352	3,274	3,159	3,127	3,058	2,991	2,926	2,864	2,804	2,745	2,689	2,436	2,220	2,035
6	3,785	3,685	3,589	3,498	3,410	3,326	3,245	3,168	3,092	3,021	2,951	2,643	2,385	2,168
7	4,160	4,039	3,922	3,812	3,706	3,605	3,508	3,416	3,327	3,242	3,161	2,802	2,508	2,263
8	4,487	4,344	4,207	4,078	3,954	3,837	3,726	3,619	3,518	3,421	3,329	2,925	2,598	2,331
9	4,772	4,607	4,451	4,303	4,163	4,031	3,905	3,786	3,673	3,566	3,463	3,019	2,665	2,379
10	5,019	4,833	4,659	4,494	4,339	4,193	4,054	3,923	3,799	3,682	3,571	3,092	2,715	2,414
11	5,234	5,029	4,836	4,656	4,487	4,327	4,177	4,035	3,902	3,776	3,656	3,147	2,752	2,438
12	5,421	5,197	4,988	4,793	4,611	4,439	4,279	4,127	3,985	3,851	3,725	3,190	2,779	2,456
13	5,583	5,343	5,118	4,910	4,715	4,533	4,362	4,203	4,053	3,912	3,780	3,223	2,799	2,469
14	5,725	5,468	5,229	5,008	4,802	4,611	4,432	4,265	4,108	3,966	3,824	3,249	2,814	2,478
15	5,847	5,576	5,324	5,092	4,876	4,676	4,489	4,315	4,153	4,001	3,859	3,268	2,826	2,484
16	5,954	5,669	5,405	5,162	4,938	4,730	4,536	4,357	4,189	4,033	3,887	3,283	2,834	2,489
17	6,047	5,487	5,475	5,222	4,990	4,775	4,576	4,391	4,219	4,059	3,910	3,295	2,840	2,492
18	6,128	5,818	5,534	5,273	5,033	4,812	4,608	4,419	4,243	4,080	3,928	3,304	2,844	2,494

