Величук Євген миколайович

ПДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ І ВЕНТИЛЯЦІЇ В БУДИНКАХ ГРОМАДСЬКОГО ТИПУ

Магістерська кваліфікаційна робота

Науковий керівник
доктор економічних наук, професор
Джеджула В’ячеслав Васильович

Актуальність теми. Проблема енергозбереження в системах опалення і вентиляції будівель вкрай важлива. Розвиток ринкових відносин викликав серйозне зростання цін на енергоносії. У зв'язку з цим раціональне використання енергії в системах опалення і вентиляції в будинках громадського типу дозволить істотно скоротити обсяги споживання енергії, а також знизити витрати на їх обслуговування.

Метою магістерської кваліфікаційної роботи є розробка заходів щодо підвищення енергоефективності роботи системи вентиляції на прикладі адміністративно-побутової будівлі. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі **задачі**:

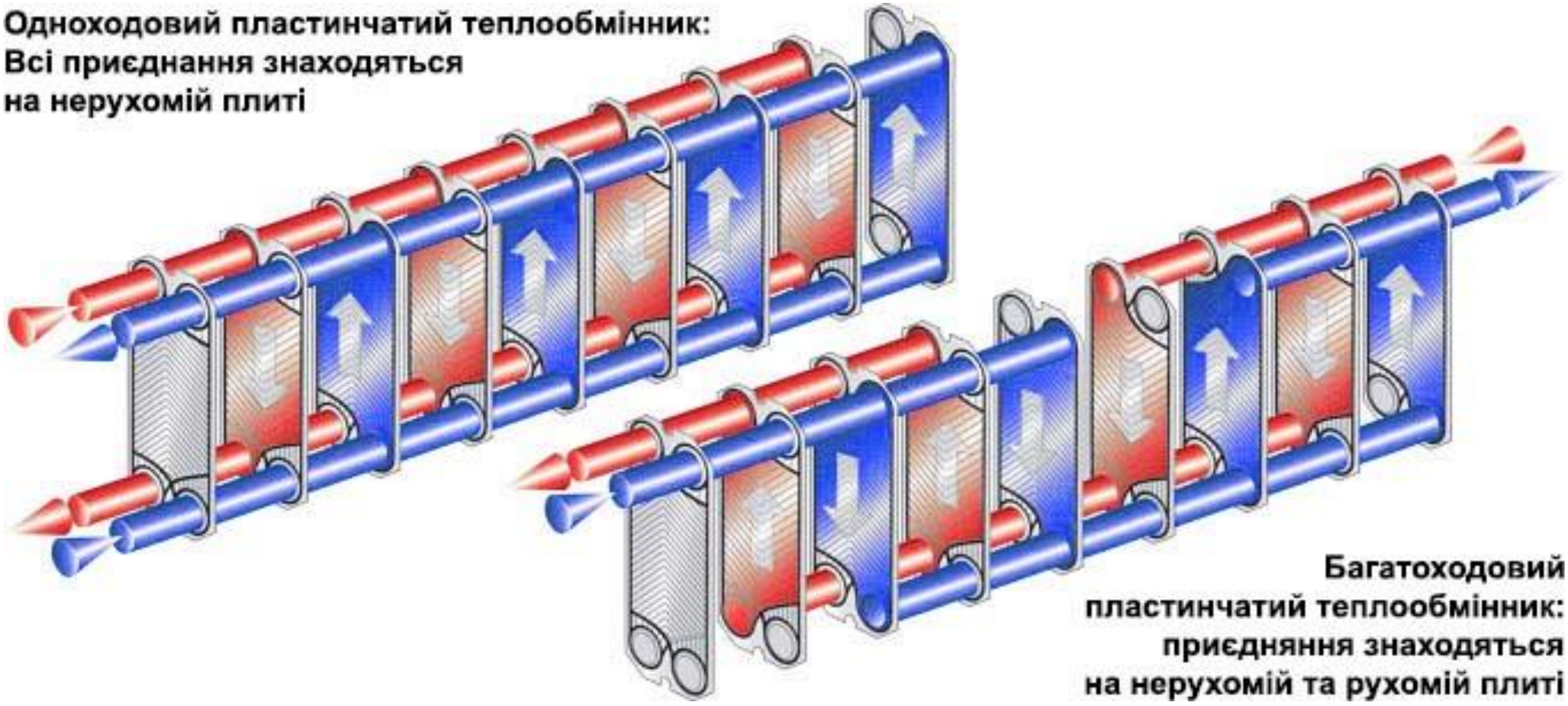
- Провести аналіз енергоефективності існуючих систем опалення і вентиляції.
- Провести аналіз енергоефективності систем рекуперації в будинках громадського типу;
- Визначити найефективнішу систему рекуперації вентиляційного повітря для даної будівлі врахувавши різні показники.

Наукову новизну роботи:

- Наведено способи утилізації теплової енергії для адміністративно побутовій будівлі в м. Жмеринка
- Економічно обгрунотований вибір найбільш доцільної схеми рекуперації теплової енергії для даної
- Запропоновані заходи щодо підвищення енергоефективності систем опалення і вентиляції в громадській будівлі.

Практичне значення одержаних результатів:

- -•Запропоновано найбільш вдалий і економічно вигідний спосіб рекуперації повітря для адміністративно-побутової будівлі.
- Розроблена економічно ефективна схема опалення і вентиляції даної споруди;
- Запропоновані заходи щодо підвищення енергоефективності систем опалення і вентиляції розроблена для адміністративно-побутової будівлі в м. Жмеринка.



Переваги:

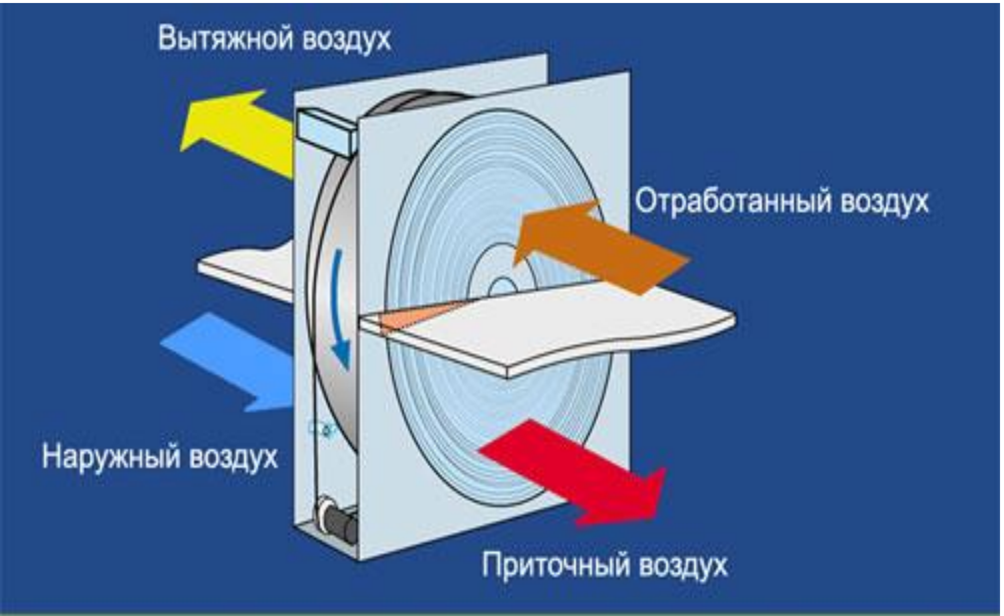
1.Проста будова і відстність рухомих частин;

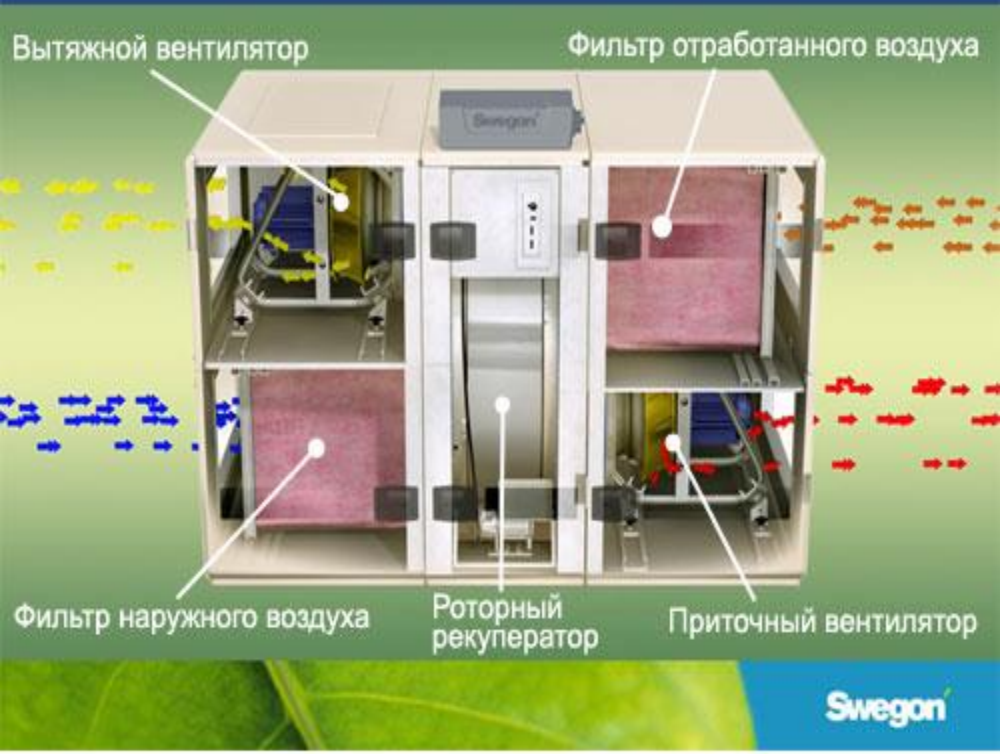
2. Виключено забруднення припливного повітря;

3. Відсутність ТО .

Недоліки:

1. Обмерзання;
2. Відсутній вологообмін між припливом і витяжкою





Переваги:

- можливість використання роторів різного типу
- агрегат має мінімальні габарити;
- регулювання швидкості обертання ротора дозволяє управляти загальною ефективністю рекуператора

Недоліки:

- використання можливе за умови паралельного розташування припливного і витяжного повітропроводів
- має місце додаткова витрата електроенергії,
- забруднене повітря частково переноситься з витяжки в приплив

Аналіз строків окупності пластинчастого і роторного теплоутилізаторів

$$Q_p^i = \frac{1}{3600} V p c_p t_{np} \left(t_{np} - t_H^i\right) \mathcal{T} \, [\text{кВт} \cdot \text{год}],$$

$$Q_p = Q_p^i \cdot \mathcal{T} \, [\text{кВт} \cdot \text{год/рік}]$$

$$\mathcal{T} = 189 \cdot 12 = 2268 \ (\text{год/рік})$$

$$t_{H2}^i = t_{H1}^i + \varepsilon(t_{y1} - t_{H1}^i) [°C]$$

$$Q_{p,\text{ут}}^i = \frac{1}{3600} V p c_p \left(t_{np} - t_H^i\right) [\text{кВт} \cdot \text{год}]$$

$$Q_{p,\text{ут}} = Q_{p,\text{ут}}^i \cdot \mathcal{T} \, [\text{кВт} \cdot \text{год/рік}]$$

$$\Delta Q = 29484 - 3477, = 26013 [\text{кВт} \cdot \text{год/рік}]$$

$$E = \Delta Q \cdot \text{П} - N \cdot \text{П}_{\text{ел}} [\text{грн/рік}]$$

$$\tau = \frac{\text{П}_{\text{ут}}}{\text{E}} \ (\text{рік})$$

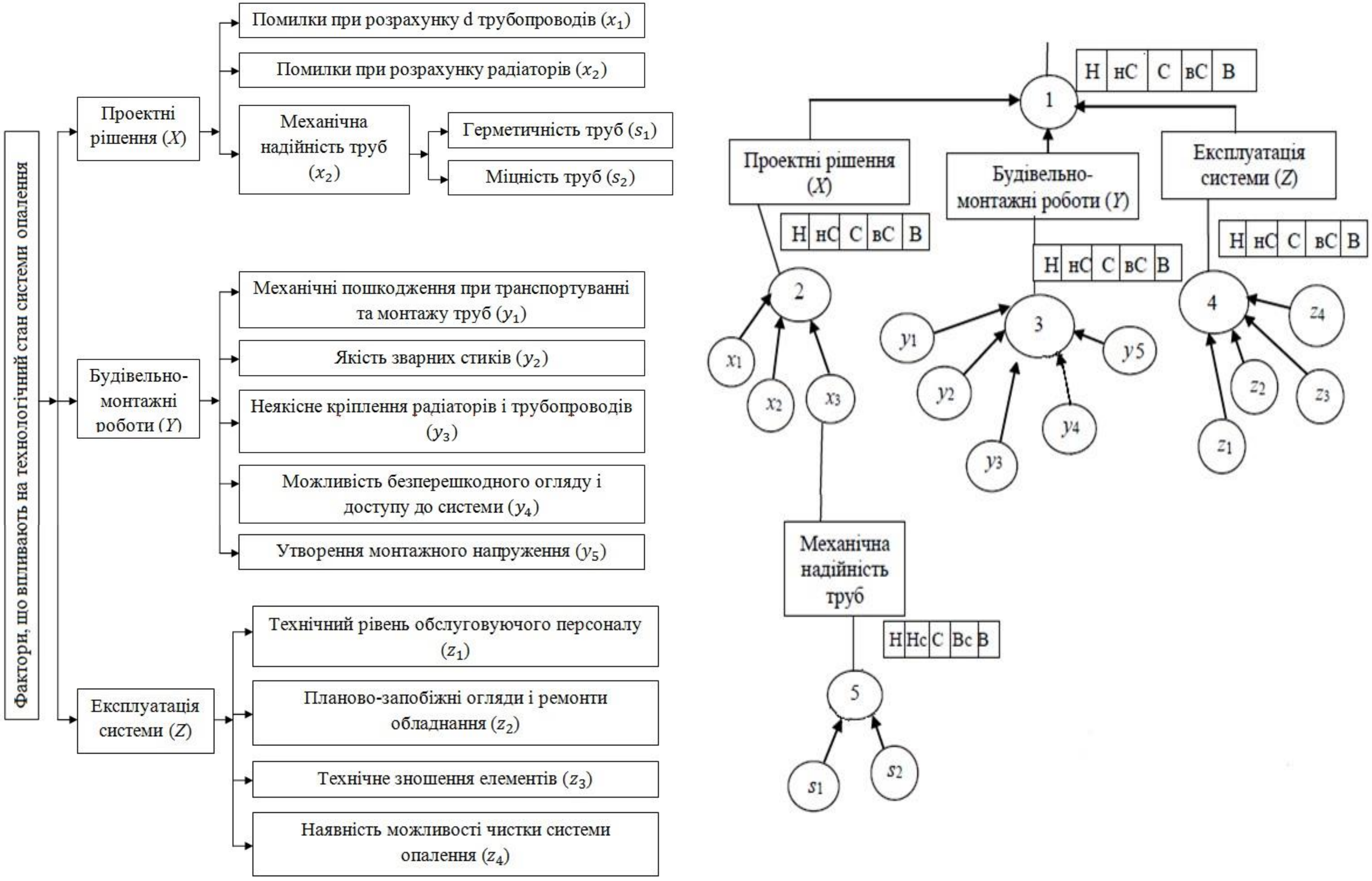
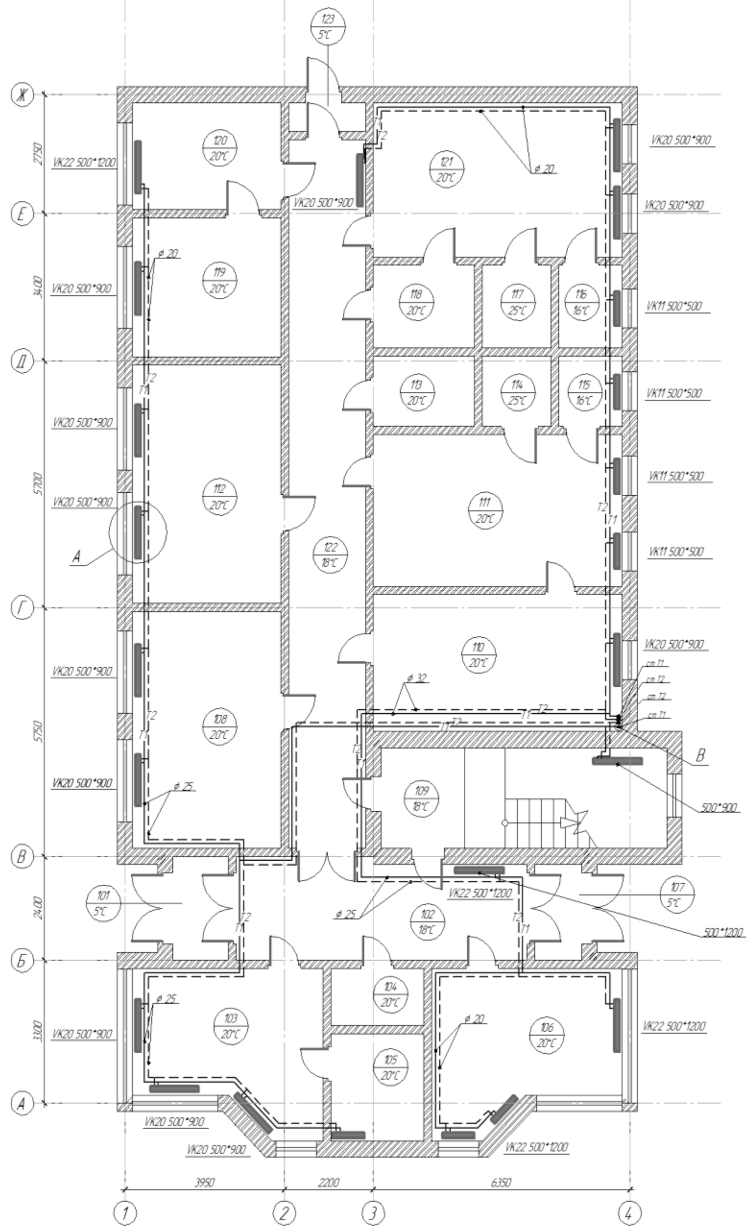


Рис. 1 - Класифікація факторів, що впливають на технічний стан системи вентиляції

Схема розміщення опалювальних приладів на першому поверсі



Експлікація приміщень

№ прим.	Найменування	Площа, м²
101	Тамбур	3,3
102	Хол	16,6
103	Охорона	15,7
104	Охорона	5,7
105	Щитова	3,02
106	Медпункт	15,7
107	Тамбур	2,6
108	Оператор автовагової	20,02
109	Сходова клітка	16,4
110	Сушка спецодягу	19,5
111	Гардероб жіночий	21,6
112	Кімната прийому їжі	20,2
113	Санвузол (Ж)	4,03
114	Душова (Ж)	2,7
115	Кладова	2,5
116	Кладова	2,9
117	Душова (Ч)	3,3
118	Санвузол (Ч)	4,7
119	Кабінет	11,8
120	Кабінет	9,03
121	Гардероб чоловічий	21,9
122	Коридор	31,3
123	Тамбур	1,3

08-12.МКР.001.00.000 СК					
Підвищення енергоефективності систем опалення і вентиляції в будинках громадського типу					
Изм. Колич. Лист №док. Подп. Дата					
Розробив	Величук Е.М.	Схема опалення	Стадія	Лист	Листов
Перевірив	Джеджула В.В.			1	10
Рецензент		Схема розташування опалювальних приладів на 1-му поверсі	ВНТУ, ТГ-15м		
Норм.контр.	Панкевич О.Д.				
Затвердив					

Формат A1

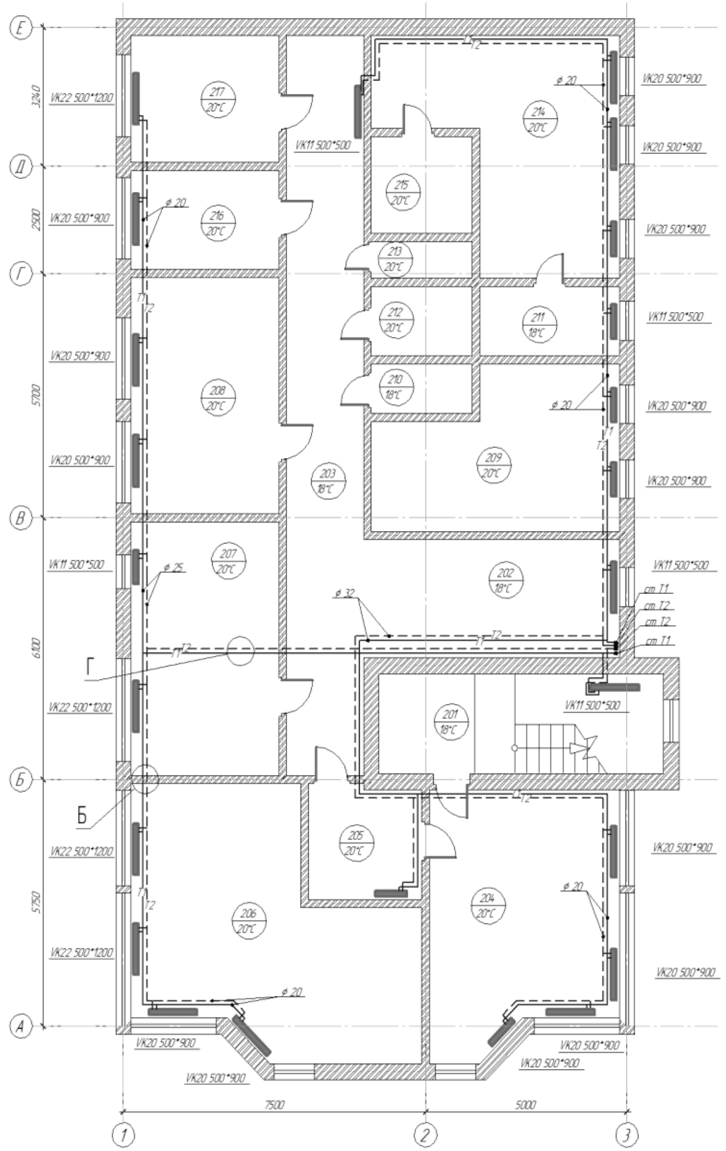
Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Розтшування опалювальних приладів на другому поверсі



Експлікація приміщень

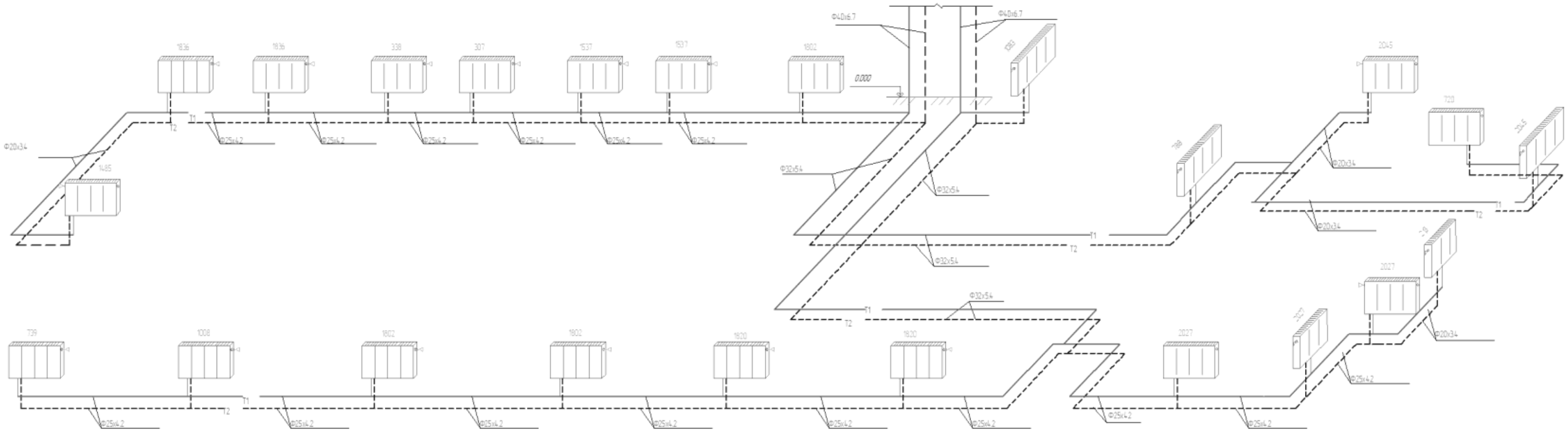
№прим	Найменування	Площа, м²
201	Сходова клітка	16,4
202	Хол	17,5
203	Коридор	33,1
204	Головний бухгалтер	26,9
205	Приймальня	7,4
206	Кабінет директора	35,3
207	Лабораторія	21,7
208	Лабораторія	20,2
209	ПП	20,4
210	Кладова	2,9
211	Архів	5,6
212	Санвузол (Ч)	4,1
213	Санвузол (Ж)	2,1
214	Бухгалтерія	25,5
215	Каса	5,7
216	Гардероб лаборантів	8,5
217	Кабінет зав.лабораторією	10,9

08-12.МКР.001.00.000 СК		
Підвищення енергоефективності систем опалення і вентиляції в будинках громадського типу		
Изм. Колуч. Лист №док. Підп. Дата		
Розробив: Величук Є.М.	Схема опалення	Стадія / Лист 2 / Листов 10
Перевірив: Джеджула В.В.		
Рецензент	Схема розташування опалювальних приладів на 2-му поверсі	ВНТУ, ТГ-15м
Нормконтр: Панкевич О.Д.		
Затвердив		

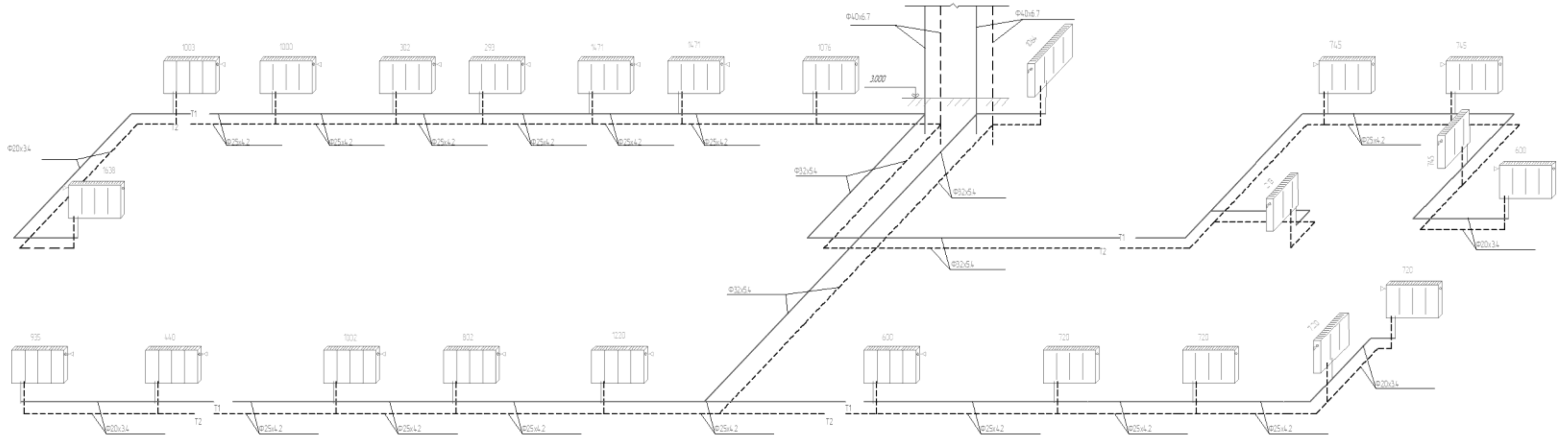
Формат А1

Інв. № підп. | Підп. и дата | Взам. инв. № | Согласовано

Аксонометрична схема системи опалення першого поверху



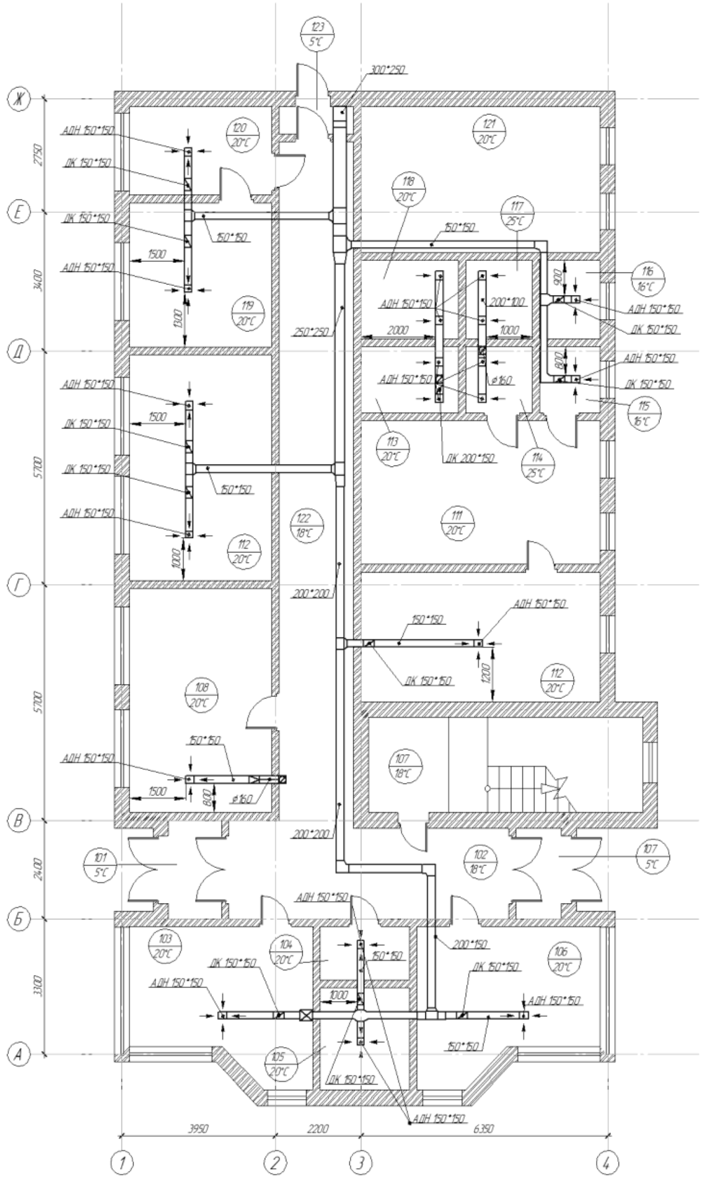
Аксонометрична схема системи опалення другого поверху



Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Підп.	Дата	08-12.МКР.003.000 СК		
						Підвищення енергоефективності систем опалення і вентиляції в будинках громадського типу		
Розроб.		Величук Е.М.				Система опалення	Стадія / Лист / Листов	10
Перевірив		Джеджула В.В.						
Рецензент						Аксонометричні схема опалення на поверхах	ВНТУ, ТГ-15м	
Н.контроль		Панкевич О.Д.						
Затвердив								

Формат А1

План розташування вентиляційних приладів на першому поверсі



Експлікація приміщень

№ прим.	Найменування	Площа, м²
101	Тамбур	3,3
102	Хол	16,6
103	Охорона	15,7
104	Охорона	5,7
105	Щитова	3,02
106	Медпункт	15,7
107	Тамбур	2,6
108	Оператор автовагової	20,02
109	Сходова клітка	16,4
110	Сушка спецодягу	19,5
111	Гардероб жіночий	21,6
112	Кімната прийому їжі	20,2
113	Санвузол (Ж)	4,03
114	Душова (Ж)	2,7
115	Кладова	2,5
116	Кладова	2,9
117	Душова (Ч)	3,3
118	Санвузол (Ч)	4,7
119	Кабінет	11,8
120	Кабінет	9,03
121	Гардероб чоловічий	21,9
122	Коридор	31,3
123	Тамбур	1,3

08-12.МКР.001.00.000 СК

Підвищення енергоефективності систем опалення і вентиляції в будинках громадського типу

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Розробив	Величук Є.М.				
Перевірив	Джедкула В.В.				
Рецензент					
Норм.контр.	Панкевич О.Д.				
Затвердив					

Схема опалення

Стадія	Лист	Листов
	4	10

Схема розташування вентиляційних приладів на 1-му поверсі

ВНТУ, ТГ-15м

Формат А1

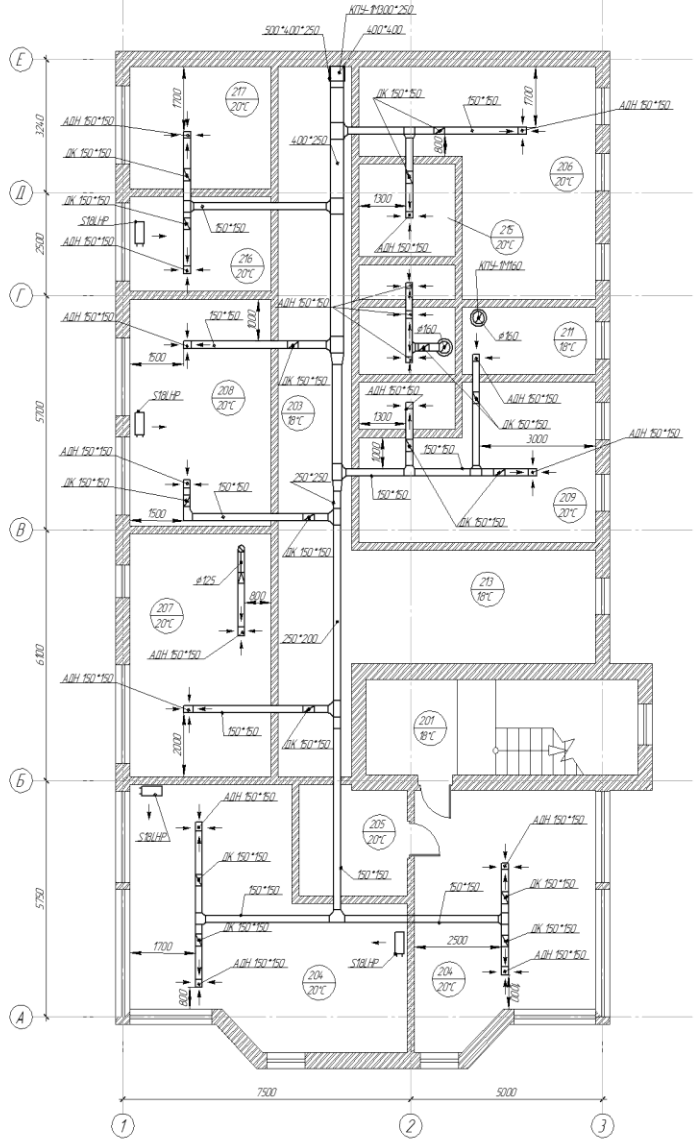
Погоджено

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

План розташування вентиляційних приладів на другому поверсі



Експлікація приміщень

№прим	Найменування	Площа, м²
201	Сходова клітка	16,4
202	Хол	17,5
203	Коридор	33,1
204	Головний бухгалтер	26,9
205	Приймальня	7,4
206	Кабінет директора	35,3
207	Лабораторія	21,7
208	Лабораторія	20,2
209	ГІП	20,4
210	Кладова	2,9
211	Архів	5,6
212	Санвузол (Ч)	4,1
213	Санвузол (Ж)	2,1
214	Бухгалтерія	25,5
215	Каса	5,7
216	Гардероб лаборантів	8,5
217	Кабінет зав.лабораторією	10,9

Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подп.	Дата	08-12.МКР.003.00.000 СК		
						Підвищення енергоефективності систем опалення і вентиляції в будинках громадського типу		
Розробив		Величук Е.М.				Схема вентиляції	Стадія	Лист / Листов
Перевірив		Джеджула В.В.						5 / 10
Рецензент						Схема розташування вентиляційних приладів на 2-му поверсі	ВНТУ, ТГ-15м	
Норм.контр.		Лонкевич О.Д.						
Затвердив								

Формат А1

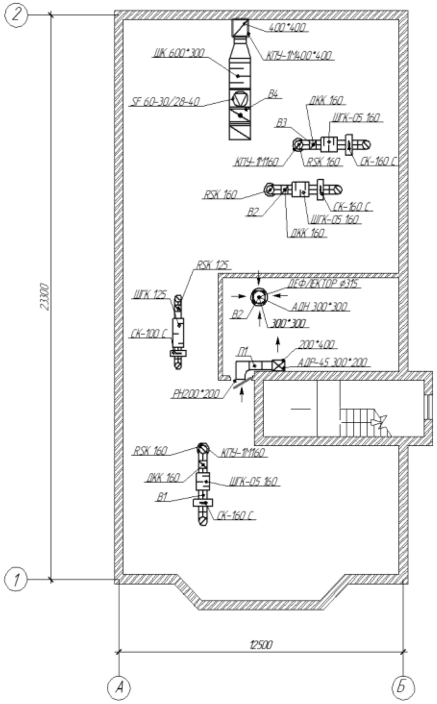
Погоджено

Взам. инв. №

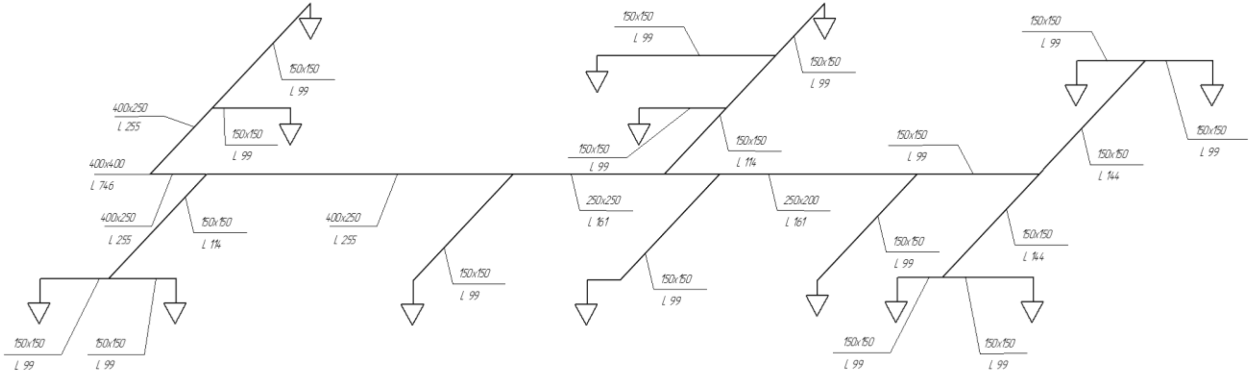
Подп. и дата

Инв. № подл.

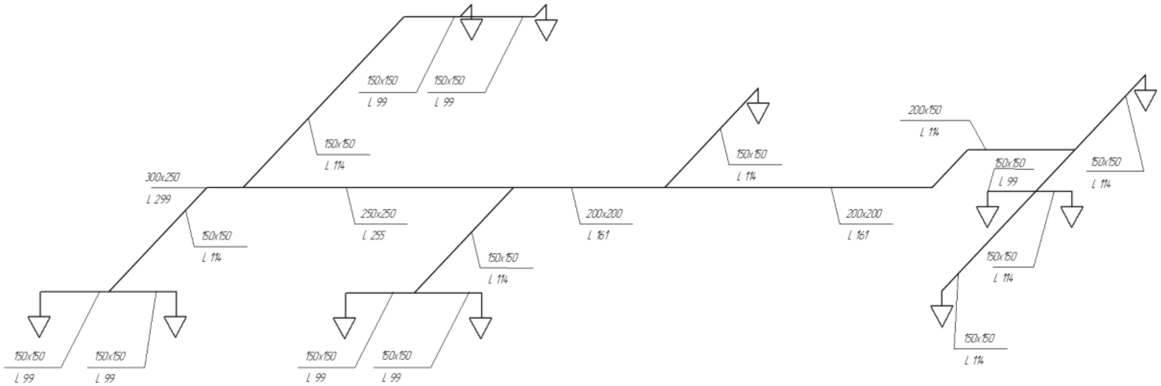
Система вентиляції на плані даху
(1:75)



Аксонометрична схема системи вентиляції другого поверху



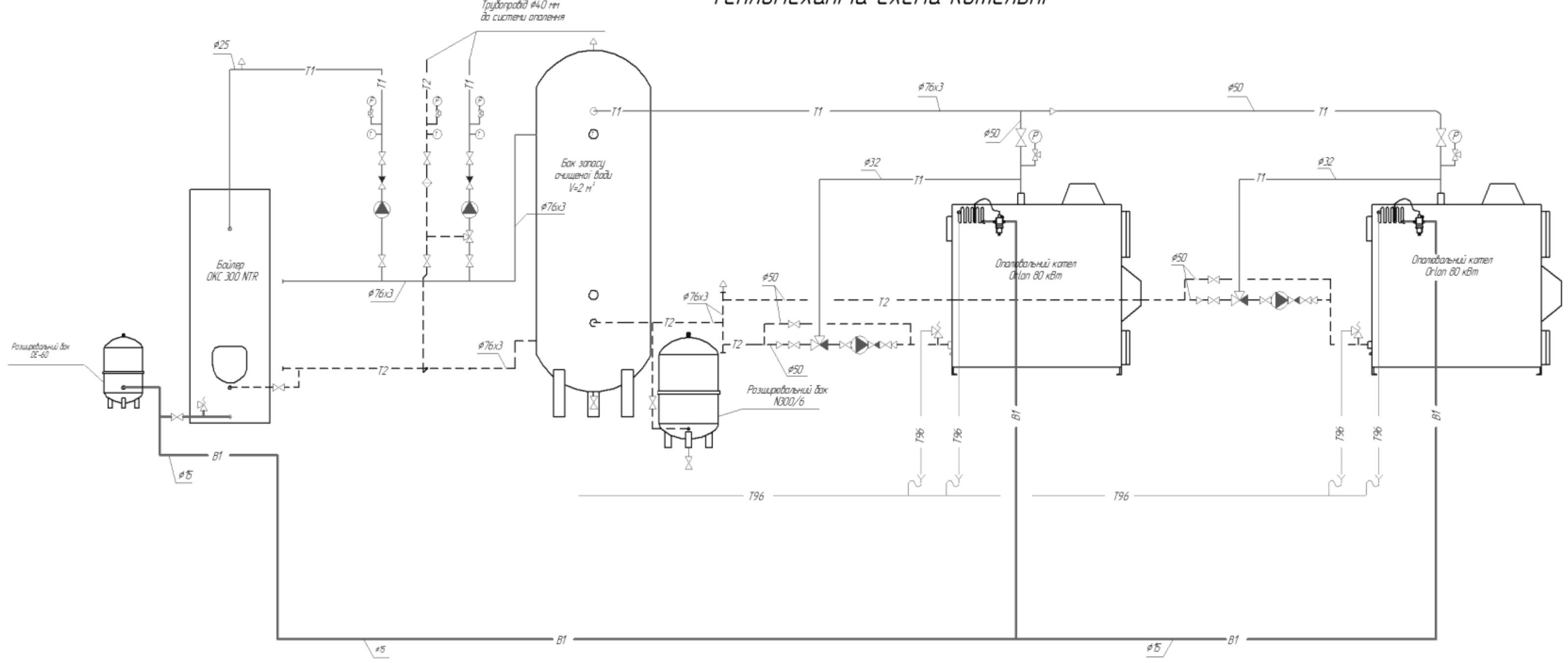
Аксонометрична схема системи вентиляції першого поверху



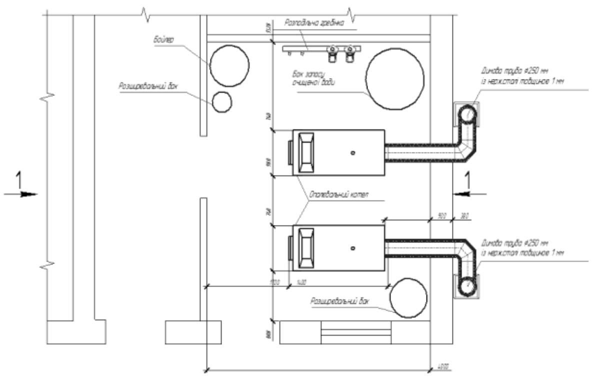
						08-12.МКР.001.000 СК
						Підвищення енергоефективності систем опалення і вентиляції в будинках громадського типу
Изм.	Колич.	Лист	№док.	Подп.	Дата	
Розроб.		Величук Є.М.				Система вентиляції
Перевірив		Джедкула В.В.				Стадія / Лист 6 / Листов 10
Рецензент						Аксонометричні схеми вентиляції на поверхах, система вентиляції на плані даху
Н.контроль		Панкевич О.В.				ВНТУ, ТГ-15м
Затвердив						

Формат А1

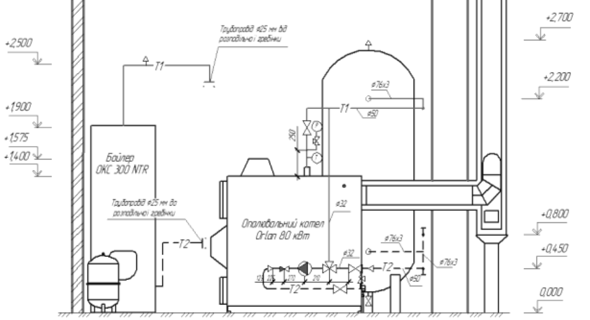
Тепломеханічна схема котельні



План опалювального пункту (1:50)



Розріз 1–1 (1:25)



Умовні позначення

Позначення	Найменування
—— T1 ——	Трубопровід прямої подачі мережевої води
– – T2 – – –	Трубопровід зворотньої подачі мережевої води
—— B1 ——	Трубопровід холодної води
—T96—	Дренажний трубопровід
	Фільтр сітчатий
	Кран кульковий муфтовий
	Зворотній клапан
	Циркулярний насос
	Кран шаровий муфтовий для спуску води і повітря
	Трьохходовий змішувальний клапан
	Запобіжно-скидний клапан
	Автоматичний повітро-відвідний клапан
P T	Манометр радіальний, термометр біметалічний

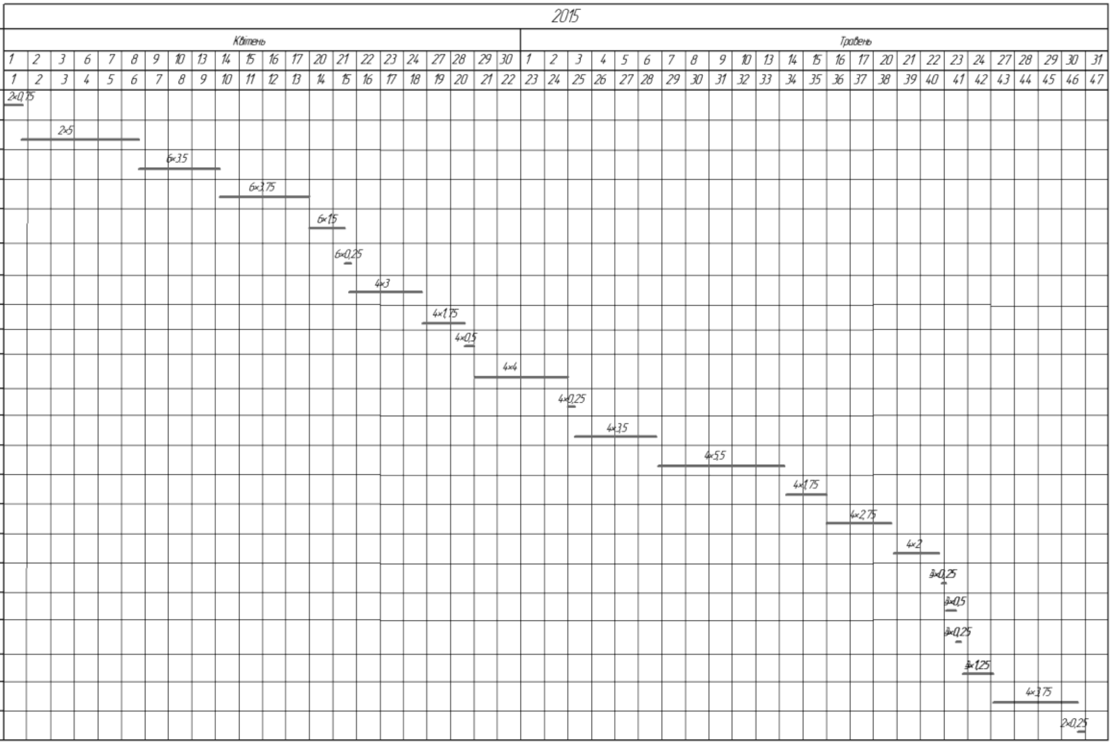
Изм	Колич	Лист	№док.	Подп.	Дата	08-12.МКР.001.00.000 ОВ
						Підвищення енергоефективності систем опалення і вентиляції в будинках громадського типу
Розробив		Величук Є.М.				Опалювальний пункт — Стадия: ; Лист: 7; Листов: 10
Перевірив		Джедкула В.В.				
Рецензент						Тепломеханічна схема котельні
Норм.контр.		Панкевич О.Д.				ВНТУ, ТГ-15м
Затвердив						

Формат А1

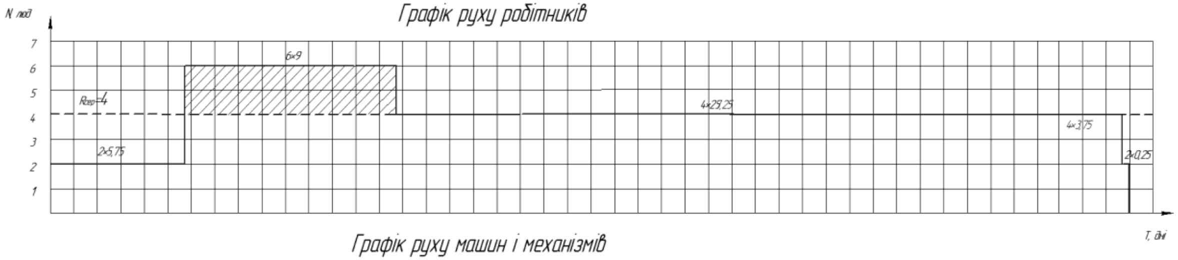
Согласовано | Взам. инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

Календарний план монтажу системи опалення

№ П/П	Найменування робіт	Один. вим.	Об'єми	Норма часу люд/год	Трудо-міст-кість	Склад бригади	К-сть бригад	Трива-лість	Шифр РЕКН
1	Доставлення деталей і обладнання до місця монтажу	т	5,5	2,1	12	водій–1 монтажник 3р–1	1	0,75	Е1-1-1
2	Пробивання гнізд та отворів в цегляних стінахтовщиною до 380 мм	100 шт	1	83,87	80	монтажник 3р–2	1	5	46-29-6
3	Пробивання борозд в бетонних конструкціях площею до 50см²	100 шт	3	58,54	175	монтажник 3р–1 монтажник 4р–1	3	3,5	46-30-2
4	Встановлення котлів сталевих водогрійних на твердому паливі	шт	2	75,44	150	монтажники 6р–2, 5р–2, 4р–2	1	3,75	18-2-1
5	Обв'язування вузла нагріву і прокладання трубопроводів	100 м	0,82	82,49	65	електрозварювальник 5р–2 слюсар-сантехнік 4р-2, 3р-2	1	1,5	16-11-2
6	Влаштування баків-акумуляторів	шт	3	5,95	18	монтажник 4р–1 монтажник 3р–1	3	0,25	18-10-2
7	Встановлення циркуляційних насосів	шт	4	26,73	100	монтажник 5р–1 монтажник 3р–1	2	3	18-13-1
8	Встановлення фільтрів	шт	4	14,92	60	монтажник 4р–1 монтажник 3р–1	2	1,75	18-21-4
9	Встановлення розподільчих гребінок	шт	3	11,25	30	монтажник 4р–1 монтажник 3р–1	2	0,5	18-15-1
10	Встановлення вентилів, засувок, клапанів зворотних, кранів прохідних на трубопроводах діаметром до 50 мм	шт	54	2,41	130	монтажник 6р–1 монтажник 4р–1	2	4	16-15-2
11	Прокладання трубопроводів опалення із поліпропіленових труб d 50х8.4 мм	100 м	0,16	117,6	18	монтажник 4р–1 монтажник 4р–1	2	0,25	16-14-16
12	Прокладання трубопроводів опалення із поліпропіленових труб d 40х6.7 мм	100 м	0,95	115,2	110	монтажник 4р–1 монтажник 3р–1	2	3,5	16-14-15
13	Прокладання трубопроводів опалення із поліпропіленових труб d 32х5.4 мм	100 м	1,72	106,1	180	монтажник 4р–1 монтажник 3р–1	2	5,5	16-14-14
14	Прокладання трубопроводів опалення із поліпропіленових труб d 25х4.2 мм	100 м	0,66	92,4	60	монтажник 4р–1 монтажник 3р–1	2	1,75	16-14-13
15	Прокладання трубопроводів опалення із поліпропіленових труб d 20х3.4 мм	100 м	0,98	89,9	90	монтажник 4р–1 монтажник 3р–1	2	2,75	16-14-12
16	Монтаж радіаторів	100 кВт	0,9	96,92	85	монтажник 4р–1 монтажник 3р–1	2	2	18-6-2
17	Встановлення контрольно-вимірювальних приладів	1 комплект	1	0,2	4	монтажник 4р–2 монтажник 3р–1	1	0,25	18-22-5
18	Фарбування трубопроводів	100 м²	0,11	107,59	12	монтажник 3р–2 монтажник 2р–1	1	0,5	15-17-4
19	Ізолювання трубопроводів	100 м	5,29	1,6	8	монтажник 4р–2 монтажник 2р–1	1	0,25	26-23-1
20	Гідравлічне випробування трубопроводів системи	100 м	5,29	8,22	40	монтажники 6,5,4 р – 1	1	1,25	16-29-1
21	Зароблення отворів, гнізд та борозд	м³	1	124,11	124	монтажник 3р–2	2	3,75	46-33-5
22	Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу	т	0,4	2,1	4	водій–1 монтажник 3р–1	1	0,25	Е1-1-1



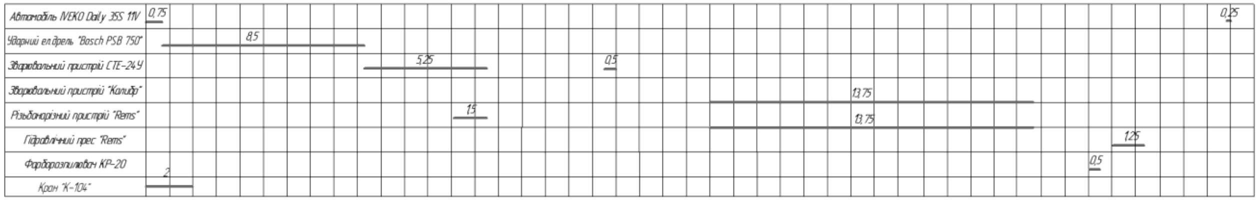
Графік руху робітників



Техніко-економічні показники графіку руху робітників

№	Позначення	Формула	Результат	Од.виміру
1	$Q_{заг.}$	ΣQ_i	193	люд/дні
2	$T_{заг.}$	–	46	дні
3	R_{max}	–	6	люд
4	$R_{сер}$	$Q_{заг.}/T_{заг.}$	4	люд
5	$T_{всп.}$	–	9	дні
6	$Q_{надл.}$	–	18	люд/дні
7	α_1	$R_{сер}/R_{max}$	0,66	–
8	α_2	$Q_{надл.}/Q_{заг.}$	0,09	–
9	α_3	$T_{всп.}/T_{заг.}$	0,39	–

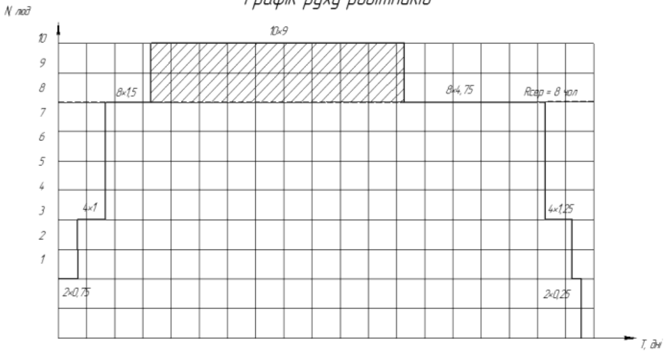
Графік руху машин і механізмів



Календарний план монтажу системи вентиляції

№ П/П	Найменування робіт	Один. вим.	Об'єми	Норма часу люд/год	Трудо-міст-кість	Склад бригади	К-сть бригад	Трива-лість	Шифр РЕКН	2015, Квітень (дні 1–19)
1	Доставлення деталей і обладнання до місця монтажу	т	4,6	2,1	10	водій-1, монтажник 3р-1	1	0,75	Е1-1-1	2×0,75
2	Пробивання гнізд та отворів в цегляних стінах товщиною до 380 мм	100 шт	1	83,87	80	монтажник 3р-2	2	2,5	46-29-6	4×2,5
3	Пробивання борозд в бетоних конструкціях площею до 500 см^2	100 шт	1	44,48	45	монтажник 3р-1, монтажник 4р-1	2	1,5	46-3-3	4×1,5
4	Прокладання трубопроводів з оцинкованої сталі класу «Щ» (щільні) товщиною 0,6 мм діаметром до 250 мм	100 м	0,22	261,8	60	монтажники 5р-1, 4р-3, 3р-3, 2р-3	1	0,75	20-4-4	10×0,75
5	Прокладання трубопроводів з оцинкованої сталі класу «Щ» (щільні) товщиною 0,6 мм діаметром до 355 мм	100 м	0,36	239,7	90	монтажники 5р-1, 4р-3, 3р-3, 2р-3	1	1,25	20-4-5	10×1,25
6	Прокладання трубопроводів з оцинкованої сталі класу «Щ» (щільні) товщиною 0,6 мм діаметром до 450 мм	100 м	1,12	207,4	240	монтажники 5р-1, 4р-3, 3р-3, 2р-3	1	3	20-4-6	10×3
7	Прокладання трубопроводів з оцинкованої сталі класу «Щ» (щільні) товщиною 0,7 мм діаметром від 500 до 560 мм	100 м	0,59	207,4	125	монтажники 5р-1, 4р-3, 3р-3, 2р-3	1	1,75	20-4-7	10×1,75
8	Прокладання трубопроводів з оцинкованої сталі класу «Щ» (щільні) товщиною 0,7 мм діаметром до 800 мм	100 м	0,59	156,06	100	монтажники 5р-1, 4р-3, 3р-3, 2р-3	1	1,25	20-4-8	10×1,25
9	Прокладання трубопроводів з оцинкованої сталі класу «Щ» (щільні) товщиною 1 мм діаметром від 900 до 1000 мм	100 м	0,3	126,14	40	монтажники 5р-1, 4р-3, 3р-3, 2р-3	1	0,5	20-4-18	10×0,5
10	Прокладання трубопроводів з оцинкованої сталі класу «Щ» (щільні) товщиною 1 мм діаметром до 1250 мм	100 м	0,1	116,11	25	монтажники 5р-1, 4р-3, 3р-3, 2р-3	1	0,25	20-4-19	10×0,25
11	Прокладання трубопроводів з оцинкованої сталі класу «Щ» (щільні) товщиною 1,2 мм діаметром 1600 мм	100 м	0,1	89,76	25	монтажники 5р-1, 4р-3, 3р-3, 2р-3	1	0,25	20-4-21	10×0,25
12	Встановлення заслінок повітряних та клапанів повітряних КВР з ручним приводом діаметром до 800 мм	шт	12	3,64	45	монтажник 3р-5, монтажник 2р-3	1	0,75	20-14-4	8×0,75
13	Встановлення грат жалюзійних площею у просвіті до 0,25 м^2	шт	75	1,82	140	монтажник 3р-5, монтажник 2р-3	1	2,25	20-11-1	8×2,25
14	Встановлення вентиляторів осьових масою до 0,05 т	шт	5	8,43	45	монтажник 3р-5, монтажник 2р-3	1	0,75	20-32-2	8×0,75
15	Встановлення відсосів від обладнання	100 кг	4	6,75	30	монтажник 3р-2, монтажник 2р-2	1	1	20-17-1	4×1
16	Встановлення камер припливних типових без секції зрошення продуктивністю до 63 тис. м3/год	1 камера	1	9,27	40	монтажник 3р-2, монтажник 2р-2	1	1,25	20-42-5	4×1,25
17	Випробування вентиляційної мережі	100 м	3,45	8,22	30	монтажники 5р-1 4р-1 3р-2	1	1	16-29-1	4×1
18	Вивезення деталей і обладнання з місця монтажу	т	0,3	2,1	4	водій-1, монтажник 3р-1	1	0,25	Е1-1-1	2×0,25

Графік руху робітників



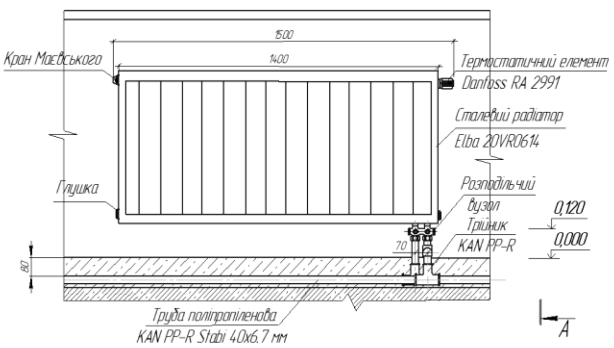
Техніко-економічні показники графіку руху робітників

№	Позначення	Формула	Результат	Од.виміру
1	$Q_{заг.}$	ΣQ_i	147	люд/дні
2	$T_{заг.}$	–	19,5	дні
3	R_{max}	–	10	люд
4	$R_{сер}$	$Q_{заг.}/T_{заг.}$	8	люд
5	$T_{вст.}$	–	9	дні
6	$Q_{надл.}$	–	18	люд/дні
7	α_1	$R_{сер}/R_{max}$	0,8	–
8	α_2	$Q_{надл.}/Q_{заг.}$	0,13	–
9	α_3	$T_{вст.}/T_{заг.}$	0,56	–

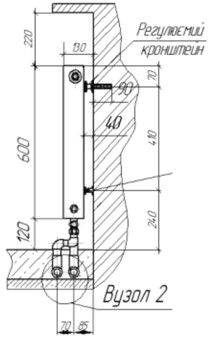
Графік руху машин і механізмів

Автомобіль IVEKO Daily 35S 11V	0,75 … 0,25
Ударний елдрель "Bosch PSB 750"	12
Зварювальний пристрій СТЕ-24У	0,75

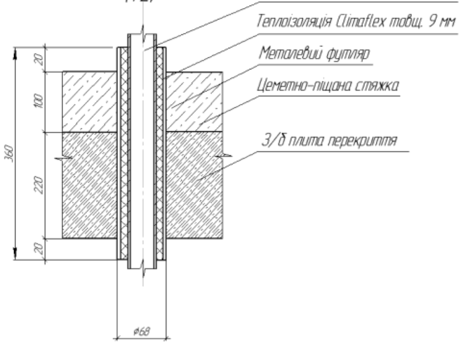
1 (див. лист 1)
(1:10)



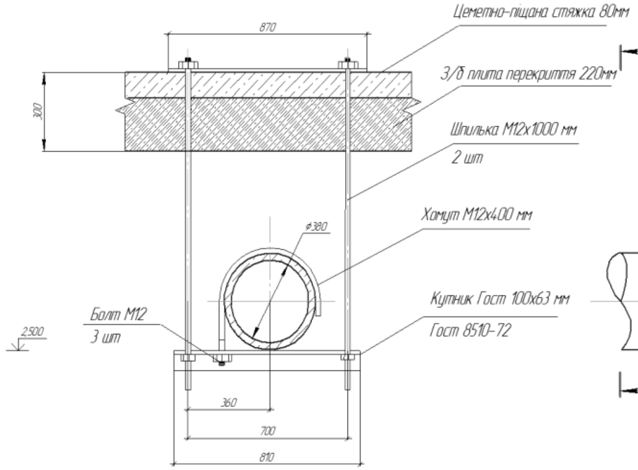
А–А
(1:10)



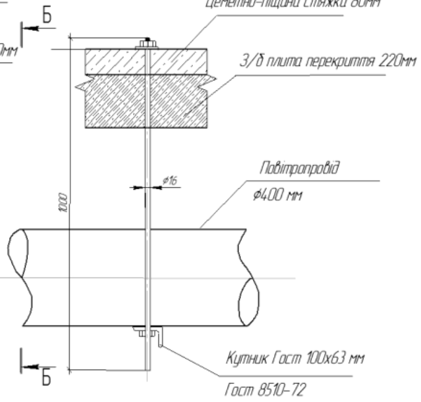
3 (див. лист 1)
(1:2)



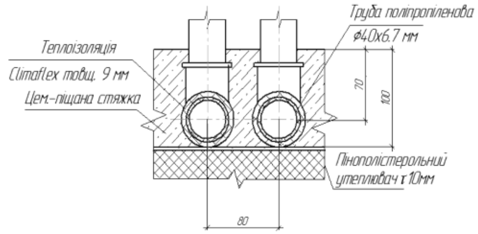
4
(1:10)



Б–Б
(1:10)



2
(4:1)



Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

08-12.МКР.001.000 СК					
Підвищення енергоефективності систем опалення і вентиляції в будинках громадського типу					
Изм. Кол.уч. Лист №док. Подп. Дата					
Розроб.	Величук Є.М.	Монтажні креслення	Стадия	Лист	Листов
Перевірив	Джедкула В.В.			10	10
Рецензент		Вузли прокладання трубопроводів у підлозі, прохід стояка через перекриття, кріплення радіатора	ВНТУ, ТГ-15м		
Н.контроль	Панкевич О.Д.				
Затвердив					

Формат А1

Висновки:

У результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи на тему «Вдосконалення роботи комбінованої системи водяного і повітряного опалення громадських будівель» було вирішено наступні задачі:

1 Проведено аналіз існуючих систем водяного і повітряного опалення.

2 Розроблено математичну модель нестаціонарного теплового режиму будівель, що дозволяє вибрати раціональні режими роботи комбінованої системи водяного і повітряного опалення.

3 Виконано технічний розрахунок системи опалення та вентиляції.

4 Розглянуто варіант виконання монтажних робіт системи опалення та вентиляції.

5 Запропоновані заходи з енергозбереження.

6 Передбачено заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

7 Визначені техніко-економічні показники.

8 Виконано графічну частину проекту.