КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Інженерних систем та екології
(факультет)
Теплотехніки
(назва випускової кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____Кириченко М.А._____
„___” _____2024 року

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ _МАГІСТРА_

Енергоефективні системи забезпечення необхідних параметрів мікроклі-
мату відділення невідкладної медичної допомоги в м. Києві
(назва)

Виконав __Чигир Леонід Валерійович_____
(прізвище, ім’я та по батькові повністю)
__192-Будівництво та цивільна інженерія__
(спеціальність)
___Теплогазопостачання та вентиляція____
(освітня програма)
Група _____ТВм-23-1_____
Керівник _____Чепурна Н.В._____
(прізвище та ініціали)
___Кандидат технічних наук, доцент_____
(вчене звання, науковий ступінь)
Ідентичність підтверджую

Київ 2024 р.

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Факультет: Інженерних систем та екології

Випускова кафедра: Теплотехніки

Освітній ступінь: _магістр_____

Спеціальність: _192-Будівництво та цивільна інженерія_____

Освітня програма: __Теплогазопостачання та вентиляція_____

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету

проф., д.т.н. Приймак О.В.

„___”_____2024 року

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ __МАГІСТРА__
(бакалавра, магістра)

_____Чигиря Леоніда Валерійовича_____

_____
(прізвище, ім’я та по батькові здобувача)

1. Тема роботи _Енергоефективні системи забезпечення необхідних параметрів мікроклі мату відділення невідкладної медичної допомоги в м. Києві

затверджена наказом ректора КНУБА № _____від «__»____ 20___року

2. Керівник роботи

_____Чепурна Н.В._____

_____Кандидат технічних наук, доцент_____

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

3. Строк подання здобувачем роботи до захисту_____

4. Зміст пояснювальної записки за розділами:

Р. 1._Аналіз інженерних систем для медичних закладів_____

Р. 2._Вихідні дані для об’єкту будівництва_____

Р. 3._Система кондиціонування_____

Р. 4._Система вентиляції_____

Р. 5._Система опалення_____

Р. 6._Техніко-економічне порівняння системи кондиціонування_____

Р. 7._Технології монтажу мультизональних систем кондиціонування__

Р. 8._Охорона праці та навколишнього середовища_____

5.Графічний матеріал за розділами

Р. 1._Система кондиціонування підвальних приміщень та 1-го поверху_

Р. 2._Аксонометричні схеми систем кондиціонування К1,К2,К3_____

Р. 3._Принцип схеми підключення систем кондиціонування К1,К2,К3_

Р. 4._Техніко-економічне порівняння систем кондиціонування_____

Р. 5._Система вентиляції підвальних приміщень та 1-го поверху_____

Р. 6._Аксонометричні схеми систем вентиляції ПВ1,ПВ2,П1_____

Р. 7._Аксонометричні схеми систем вентиляції В1,В2,В3,В4,В5,В6,В7_

Р. 8._Система опалення підвальних приміщень та 1-го поверху_____

Р. 9._Аксонометрична схема системи опалення_____

Р. 10._Теплова схема ІТП_____

Р. 11._Принципова схема автоматизації ІТП_____

6.Календарний план виконання роботи:

Види робіт та їх зміст	Дата виконання
Розділ 1. Аналіз інженерних систем для медичних закладів	25.10.24
Розділ 2. Вихідні дані для об’єкту будівництва	03.11.24
Розділ 3. Система кондиціонування	11.11.24
Розділ 4. Система вентиляції	15.11.24
Розділ 5. Система опалення	18.11.24
Розділ 6. Техніко-економічне порівняння систем кондиціонування	29.10.24
Розділ 7. Технології монтажу мультизональних систем кондиціонування	28.10.24
Розділ 8. Охорона праці та навколишнього середовища	21.11.24
Остаточне оформлення роботи	25.11.24
Направлення роботи для перевірки на плагіат	
Попередній захист роботи на випусковій кафедрі	

7.Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Перевірив	
		дата	підпис
Розділ 1,2,3,4,5,6	Чепурна Н.В.		
Розділ 7.	Кириченко М.А.		
Розділ 8.	Клімова І.В.		

8.Дата видачі завдання _____

Зав. кафедри _____ _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник _____ _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

Здобувач _____ _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП……7

РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ПРИМІЩЕНЬ……9

1.1 Система кондиціонування……..10

1.1.1 Нормативні параматри для приміщень медичних закладів……...10

1.1.2 Опис обладнання……12

1.1.3 Переваги та недоліки системи, рекомендації……16

1.2 Система вентиляції……..20

1.2.1 Нормативні параматри для приміщень медичних закладів……20

1.2.2 Опис обладнання……21

1.2.3 Переваги та недоліки системи, рекомендації……22

1.3 Система опалення……27

1.1.1 Нормативні параматри для приміщень медичних закладів……27

1.1.2 Опис обладнання……28

1.1.3 Переваги та недоліки системи, рекомендації……35

РОЗДІЛ 2 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ОБ'ЄКТУ БУДІВНИЦТВА…….39

2.1 Характеристика об'єкта……..40

2.2 Вихідні дані……..40

2.3 Теплотехнічний розрахунок……...41

2.3.1 Розрахунок тепловтрат приміщень……..44

2.3.2 Тепловтрати через огороджувальні конструкції……44

2.3.3 Інфільтрація холодного повітря……45

2.3.4 Тепловтрати через систему вентиляції……45

2.4 Розрахунок теплонадходжень……47

2.4.1 Теплонадходження від людей……...47

2.4.2 Теплонадходження від штучного освітлення……..48

2.4.3 Теплонадходження від опалювальних приладів……48

2.4.4 Теплонадходження від сонячної радіації……48

2.4.5 Тепловий баланс приміщень……49

РОЗДІЛ 3 СИСТЕМА КОНДИЦІОНУВАННЯ……...50

3.1 Система кондиціонування……...51

РОЗДІЛ 4 СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ……..59

4.1 Система вентиляції……..60

4.2 Аеродинамічний розрахунок системи вентиляції……64

РОЗДІЛ 5 СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ…….....66

5.1 Система опалення……67

5.2 Індивідуальний тепловий пункт (ІТП)……...71

5.2.1 Склад ІТП……....72

5.2.2 Опис ІТП……75

5.2.3 Автоматизація ІТП……78

РОЗДІЛ 6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ……..82

6.1 Альтернативні системи кондиціонування……83

6.1.1 Напівпромислова спліт- система касетного типу……...83

6.1.2 3-трубна мультизональна система кондиціонування……..90

РОЗДІЛ 7 ТЕХНІКА МОНТАЖУ МУЛЬТИЗОНАЛЬНИХ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ……100

7.1 Основні етапи монтажу мультизональних систем кондиціонування……101

РОЗДІЛ 8 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА……..108

8.1 Охорона праці…….109

8.1.1 Міри безпеки падіння людей з висоти……...111

8.1.2 Міри безпеки падіння конструкцій та матеріалів з висоти……..111

8.1.3 Міри безпеки ураження електричним током…….112

8.1.4 Заходи профілактики шуму…….112

8.2 Захист навколишнього середовища……..113

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ……..114

ВСТУП

Інженерні системи для медичних закладів мають ключове значення, оскільки вони створюють необхідні умови для забезпечення безпеки, здоров'я та комфорту пацієнтів і медичного персоналу. Вони підтримують надійність роботи медичних установ і забезпечують ефективне функціонування медичного обладнання та інфраструктури. Нижче наведено основні значення інженерних систем для медичних закладів:

Забезпечення оптимальних умов для лікування та одужання пацієнтів: Інженерні системи дозволяють підтримувати відповідні умови для різних типів приміщень, що є критичним для одужання пацієнтів та ефективності лікувальних процедур.

Контроль якості повітря та запобігання інфекціям: Системи вентиляції та кондиціонування повітря відіграють важливу роль у підтримці чистоти повітря, а також допомагають зменшити ризик поширення повітряно-крапельних інфекцій

Енергоефективність та зниження експлуатаційних витрат: Використання енергоефективних систем опалення, вентиляції та кондиціонування сприяє оптимізації енергоспоживання та зниженню витрат на утримання медичних закладів

Автоматизація та контроль за всіма процесами: Інженерні системи, інтегровані через системи управління будівлею, дозволяють автоматично контролювати всі ключові параметри роботи медичного закладу — від температури і вологості до електропостачання та пожежної безпеки. Це дозволяє мінімізувати ризики аварійних ситуацій та забезпечити оперативне реагування у разі їх виникнення.

Висновок: Інженерні системи в медичних закладах мають першочергове

значення для створення безпечного та комфортного середовища для пацієнтів та персоналу, підтримки безперебійної роботи медичного обладнання, а також забезпечення санітарних і гігієнічних умов. Правильне проектування та інтеграція цих систем дозволяє підвищити ефективність роботи закладу, зменшити експлуатаційні витрати та забезпечити відповідність строгим нормативним вимогам.

1.АНАЛІЗ ІНЖЕНЕРНИХ СИСТЕМ ДЛЯ МЕДИЧНИХ ПРИМІЩЕНЬ

1.1 Система кондиціонування

1.1.1 Нормативні параметри для приміщень медичних закладів

Системи кондиціонування для приміщень медичного застосування мають відповідати ряду нормативних вимог для забезпечення безпеки, комфорту та гігієни. В Україні такі вимоги визначаються низкою стандартів та нормативно-правових актів, зокрема Державними будівельними нормами (ДБН), а також іншими документами, що регулюють якість повітря та мікроклімат у медичних закладах. Основні параметри включають:

Температура

- Для палат пацієнтів: температура повітря має бути в межах **20-24°C**.
- У операційних та інших спеціалізованих приміщеннях (наприклад, лабораторіях): температура регулюється окремо і зазвичай має бути в межах **18-22°C**.

Вологість

- Відносна вологість повітря повинна бути в межах **40-60%**.
- У приміщеннях з підвищеними вимогами (наприклад, у реанімаційних відділеннях або операційних): вологість може мати окремі вимоги, зазвичай **50-60%**.

Кратність повітрообміну

- В палатах загального користування: кратність повітрообміну зазвичай становить **2-3 рази на годину**.
- В операційних, реанімаційних відділеннях та інших критичних приміщеннях: кратність повітрообміну значно вища і може становити до **15-20 разів на годину**.

Чистота повітря

- У системах кондиціонування повинні використовуватися **фільтри різного ступеня очищення** (включно з HEPA-фільтрами) для затримання пилу, бактерій і вірусів.
- У операційних приміщеннях: рівень чистоти повітря повинен відповідати класу **ISO 5** або кращому, що забезпечується ефективною фільтрацією та повітряним потоком.

Тиск повітря

- У деяких медичних приміщеннях (наприклад, операційних або лабораторіях): необхідно підтримувати **позитивний тиск** для запобігання попаданню забрудненого повітря зовні.
- У інфекційних боксах або ізоляторах: підтримується **негативний тиск**, щоб запобігти виходу зараженого повітря назовні.

Швидкість руху повітря

- Для комфортного перебування пацієнтів і персоналу: швидкість руху повітря не повинна перевищувати **0,15-0,2 м/с** у приміщеннях, де перебувають люди.
- У спеціалізованих приміщеннях (наприклад, в операційних): допускається підвищена швидкість руху повітря для забезпечення необхідного рівня стерильності.

Акустичні вимоги

- Системи кондиціонування повинні працювати з мінімальним рівнем шуму, що не перевищує **35-40 дБА** в палатах і до **50 дБА** в операційних приміщеннях.

Автономність та безперервність

- Системи кондиціонування повинні бути **автономними** для кожного окремого блоку або відділення, щоб уникнути перехресного забруднення повітря між приміщеннями.
- У критичних приміщеннях, таких як операційні або реанімаційні зали, повинна бути забезпечена **безперервна робота** системи навіть у разі аварійного відключення електроенергії (наприклад, за допомогою резервних джерел живлення).

Нормативні акти та стандарти:

- **ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»** — визначає технічні вимоги до систем опалення та вентиляції в будівлях, зокрема в медичних установах.
- **ISO 14644** — міжнародний стандарт для чистих приміщень, що застосовується до операційних та інших зон з високими вимогами до якості повітря.

1.1.2 Опис обладнання

Для забезпечення оптимальної температури та охолодження приміщень використовуємо 3 двотрубні мультизональні VRF системи (К1, К2, К3), які складаються з касетних 4-х поточних блоків, та зовнішніх модулів, Що встановлюються на кровлі. Холодогентом виступає фреон (R410A). Трубопроводи системи фреонопроводу ізолювати тепловою ізоляцією для труб зі вспіненого пінополіетілена б=13 мм, K-flex. Відвід дренажу відбувається шляхом відведення його від установок до каналізації, з встановленням гідрозатвору перед стиком.

Технічні характеристики використаного обладнання:

Зовнішні блоки

ARUN040LSS0 / ARUN060LSS0
ARUN080LSS0

EUROVENT CERTIFIED PERFORMANCE
www.eurovent-certification.com

LG бере участь у програмі сертифікації Eurovent Certified Performance (ECP) для програми EUROVENT VRF. Перевірити дійсність сертифікації: www.eurovent-certification.com

HP			4	6	8
Модуль			ARUN040LSS0	ARUN060LSS0	ARUN080LSS0
Продуктивність	Охолодження (номінальна)	кВт	12,1	15,5	22,4
	Обігрів (номінальна)	кВт	12,5	18,0	24,5
Споживана потужність	Cooling (Rated)	кВт	3,39	5,17	8,45
	Heating (Rated)	кВт	2,75	5,00	6,96
EER			3,57	3,00	2,65
SEER			7,42	7,53	7,13
COP	Номінальна продуктивність		4,55	3,60	3,52
SCOP			4,30	4,35	4,53
Зовнішній вигляд	Колір (General)		Warm Gray	Warm Gray	Warm Gray
	Код RAL (Classic)		RAL 7044	RAL 7044	RAL 7044
Теплообмінник	Тип		Wide Louver Plus	Wide Louver Plus	Wide Louver Plus
Компресор	Тип		BLDC Inverter Twin Rotary	BLDC Inverter Twin Rotary	Герметичний спіральний
	Кількість		(Інвертор) x 1	(Інвертор) x 1	(Інвертор) x 1
	Потужність двигуна x к-сть	Вт x шт.	4 000 x 1	4 000 x 1	4 200 x 1
	Тип мастила		FW68D (PVE)	FW68D (PVE)	FW68D (PVE)
	Заправка мастилом	л	1 300	1 300	2 400
Вентилятор	Тип		Осьовий вентилятор	Осьовий вентилятор	Вентилятор пропелерний
	Потужність двигуна x к-сть	Вт x шт.	124 x 2	124 x 2	124 x 2
	Макс. витрата повітря	м³/хв x шт.	110	110	140
	Тип приводу		DC INVERTER	DC INVERTER	DC INVERTER
	Напрямок потоку повітря	Вбік / вверх	Вбік	Вбік	Вбік
Діаметр трубопроводу	Рідина	мм (дюйм)	Ø9,52 (3/8)	Ø9,52 (3/8)	Ø9,52 (3/8)
	Газ	мм (дюйм)	Ø15,883(5/8)	Ø19,05 (3/4)	Ø19,05 (3/4)
Розміри (Ш x В x Г)		мм x шт.	950 × 1 380 × 330	950 × 1 380 × 330	950 × 1 380 × 330
Розміри в упаковці (Ш x В x Г)		мм x шт.	(1 140 x 1 549 x 466) x 1	(1 140 x 1 549 x 466) x 1	(1 140 x 1,553 x 466) x 1
Вага без упакування		кг x шт.	96	96	115
Вага з упакуванням		кг x шт.	108	108	127
Рівень звукового тиску	Охолодження	дБ(А)	50	52	57
	Обігрів	дБ(А)	52	54	57
Рівень звукової потужності	Охолодження	дБ(А)	72	72	78
	Обігрів	дБ(А)	76	77	81
Комунікаційний кабель		мм² x шт. (VCTF-SB)	2C x 1,0 ~ 1,5	2C x 1,0 ~ 1,5	2C x 1,0 ~ 1,5
Холодоагент	Тип		R410A	R410A	R410A
	Попередньо заправлено на заводі	кг	3,0	3,0	3,5
	t-CO_2eq		6,263	6,263	7,306
	Регулювання витрат		Електронний розширювальний клапан	Електронний розширювальний клапан	Електронний розширювальний клапан
Електроживлення		В, Ø, Гц	380-415 , 3 , 50	380-415 , 3 , 50	380-415 , 3 , 50
			380, 3, 60	380, 3, 60	380 , 3 , 60
Максимально можлива кількість внутрішніх блоків			8	13	13

Тех характеристики зовнішніх блоків (мал.1)

Внутрішні блоки

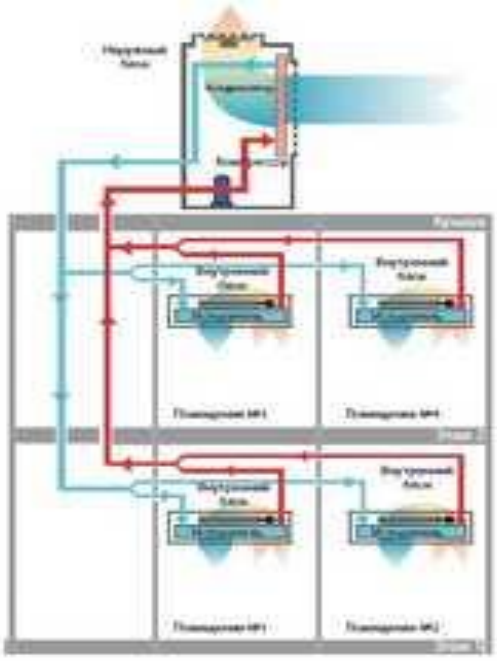
ARNU05GTRB4 / ARNU07GTRB4
ARNU09GTRB4

МОДЕЛЬ		ОДИНИЦЯ	ARNU05GTRB4	ARNU07GTRB4	ARNU09GTRB4
Потужність охолодження		кВт	1,6	2,2	2,8
Потужність обігріву		кВт	1,8	2,5	3,2
Споживана потужність (В / С / Н)	Номінальна	Вт	13 / 12 / 11	13 / 12 / 11	14 / 13 / 12
Розміри (Ш х В х Г)	Блок	мм	570 x 214 x 570	570 x 214 x 570	570 x 214 x 570
	В упаковці	мм	667 x 285 x 646	667 x 285 x 646	667 x 285 x 646
Вентилятор	Тип		Турбовентилятор	Турбовентилятор	Турбовентилятор
	Потужність двигуна х шт.	Вт	43 x 1	43 x 1	43 x 1
	Витрата повітря (В / С / Н)	$м^3$/хв	7,5 / 7,0 / 6,6	7,5 / 7,0 / 6,6	8,0 / 7,5 / 7,1
	Тип двигуна		BLDC	BLDC	BLDC
Фільтр повітря			Фільтр попереднього очищення	Фільтр попереднього очищення	Фільтр попереднього очищення
Діаметр трубо-проводів	Рідина	мм (дюйм)	Ø6,35 (1/4)	Ø6,35 (1/4)	Ø6,35 (1/4)
	Газ	мм (дюйм)	Ø12,7 (1/2)	Ø12,7 (1/2)	Ø12,7 (1/2)
	Дренаж (внутрішній діаметр)	мм (дюйм)	Ø25 (1)	Ø25 (1)	Ø25 (1)
Вага	Блок	кг	12,6	12,6	13,7
Рівень звукового тику (В / С / Н)		дБ(А)	29 / 27 / 26	29 / 27 / 26	30 / 29 / 27
Рівень звукової потужності (В / С / Н)		дБ(А)	47 / 46 / 45	47 / 46 / 45	48 / 46 / 45
Електроживлення		Ø, В, Гц	1, 220-240, 50	1, 220-240, 50	1, 220-240, 50
Кабель керування		$мм^2$	1,0 ~ 1,5 x 2C	1,0 ~ 1,5 x 2C	1,0 ~ 1,5 x 2C
Декоративна панель (аксесуар)	Модель		PT-QAGW0	PT-QAGW0	PT-QAGW0
	Колір		White	White	White
	Код RAL		RAL 9001	RAL 9001	RAL 9001
	Габарити (Ш х В х Г)	мм	620 x 35 x 620	620 x 35 x 620	620 x 35 x 620
	Вага нетто	кг	3,2 / 3,0 / 2,9	3,2 / 3,0 / 2,9	3,2 / 3,0 / 2,9

Тех характеристики внутрішніх блоків (мал.2)

Приклад VRF системи (мал.3)

Принцип роботи: Мультизональна система кондиціювання складається з одного або, в деяких випадках, декількох зовнішніх блоків і великої кількості внутрішніх блоків, які можуть бути різних типів і потужностей. Зовнішній блок з'єднується з внутрішніми блоками фреоновими магістралями. Компресор, розташований в зовнішньому блоці VRF системи, стискає фреон, який надходить туди в пароподібному стані. Потім стислий холодоагент трасами подається в теплообмінник, який може бути як з повітряним, так і з



Принцип роботи VRF системи (мал.4)

водяним охолодженням. Вентилятор обдуває теплообмінник, завдяки чому, фреон охолоджується, переходячи в рідкий стан. Після цього охолоджений холодоагент (0-15 ° С) надходить в розгалужувачі-рефнети, де його потік ділиться і фреоновими магістралями подається до внутрішніх блоків системи. Внутрішні блоки мають дросель-клапан, який регулює необхідну кількість фреону в поточний період. Далі холодоагент подається на випарник, який обдувається повітрям, що забирається з приміщення, яке обслуговується. Внаслідок, фреон кипить і спрямовується в компресор.

1.1.3 Переваги та недоліки системи, рекомендації

Двотрубні мультизональні системи кондиціонування (VRF/VRV) є популярним вибором для забезпечення клімат-контролю в будівлях різного призначення, включаючи комерційні, офісні та житлові будівлі. Вони дозволяють ефективно керувати температурою в багатьох зонах або приміщеннях за допомогою однієї зовнішньої установки, що робить їх привабливими для великих об'єктів. Однак, як і будь-яка технологія, вони мають свої переваги, недоліки та рекомендації щодо використання.

Переваги двотрубних мультизональних систем:

1. **Енергоефективність:**
    - Мультизональні системи VRF/VRV дозволяють регулювати температуру в різних зонах окремо, що допомагає зменшити енергоспоживання, оскільки система працює лише там, де це необхідно.
    - Завдяки використанню інверторних компресорів, споживання електроенергії адаптується до фактичного теплового навантаження, що знижує витрати на електроенергію.
2. **Гнучкість у керуванні:**

- Можливість налаштовувати окремі температурні режими для різних зон або приміщень. Це забезпечує комфорт для користувачів в різних частинах будівлі.
- Підтримка кількох варіантів внутрішніх блоків (канальні, касетні, настінні), що дозволяє підібрати оптимальне рішення для конкретного типу приміщення.

3. **Зменшення кількості зовнішніх блоків:**
   - Для обслуговування великої кількості внутрішніх блоків потрібна лише одна зовнішня установка, що зменшує просторові вимоги для зовнішнього блоку та полегшує монтаж на дахах чи фасадах.
4. **Низький рівень шуму:**
   - Сучасні VRF/VRV системи працюють тихо, що робить їх ідеальними для використання в офісних та житлових будівлях, де важливо підтримувати низький рівень шуму.
5. **Тривалий термін експлуатації:**
   - Завдяки якісним компонентам та технології інверторного керування компресором, системи мають високий термін служби та надійність.
6. **Компактність та естетика:**
   - Оскільки система потребує лише дві труби (подача та зворотній контур), її монтаж є відносно простим і займає менше місця порівняно з триьохтрубними системами.

Недоліки двотрубних мультизональних систем:

1. **Одночасна робота на охолодження або нагрів:**
   - Головний недолік двотрубної системи полягає в тому, що вона може працювати тільки або в режимі охолодження, або в режимі нагрівання для всієї будівлі чи окремого блоку одночасно. Це може бути проблемою для приміщень, які мають різні потреби в нагріві та охолодженні в один і той самий час.

2. **Висока вартість початкової установки:**
    - Хоча експлуатаційні витрати є досить низькими, початкові інвестиції в обладнання та монтаж можуть бути значними. Ця система вимагає складної установки та налаштування.
3. **Складність технічного обслуговування:**
    - Мультизональні системи є складними в обслуговуванні через їхню високу технологічність і потребу в спеціалізованому обладнанні та знаннях. Потреба в регулярному технічному обслуговуванні для підтримання ефективної роботи системи.
    -
4. **Залежність від зовнішніх температур:**
    - У деяких моделях двотрубних систем ефективність роботи залежить від температурних умов зовнішнього середовища, особливо в екстремально холодну або жарку погоду.
5. **Потреба в якісному монтажі:**
    - Важливим аспектом є правильне проектування і монтаж системи, оскільки помилки можуть призвести до зниження ефективності, збільшення енергоспоживання або навіть поломки обладнання.

Рекомендації щодо використання двотрубних мультизональних систем:

1. **Вибір місця використання:**
    - Двотрубні системи найкраще підходять для будівель, де умови в окремих зонах мають схожі температурні потреби, наприклад, офіси або житлові комплекси з однаковими кліматичними потребами в усьому об’єкті.
2. **Оцінка енергетичних потреб:**
    - Для максимального ефекту від економії енергії рекомендується попередньо проаналізувати енергетичні потреби будівлі та розробити грамотний план зонування, враховуючи специфіку кожної зони.

3. **Періодичне обслуговування:**
    - Для забезпечення тривалої та ефективної роботи системи важливо проводити регулярне технічне обслуговування, включаючи чистку фільтрів, огляд фреонового контуру та перевірку роботи компресора.
4. **Застосування в будівлях середнього розміру:**
    - Двотрубні системи є ідеальним вибором для будівель середнього розміру, де є потреба в простому керуванні кліматом без потреби в одночасному нагріванні та охолодженні різних зон.
    -
5. **Альтернативи для великих будівель:**
    - Для великих будівель або будівель із суттєвими відмінностями у потребах в клімат-контролі між зонами може бути доцільним розглянути три- або чотирьохтрубні VRF-системи, що дозволяють одночасно працювати на нагрів і охолодження.

Таким чином, двотрубні мультизональні системи є ефективним рішенням для багатьох випадків, але їхня ефективність залежить від специфіки будівлі та правильного проектування.

1.2 Система вентиляції

1.2.1 Нормативні параметри для приміщень медичних закладів

В сучасних умовах вентиляція медустанов – завдання не з легких. Перш за все, з тієї причини, що проектування лікувально-профілактичних установ останнім часом ведеться за принципом компактності (збільшення поверховості в поєднанні з підвищенням місткості) і відокремленість «брудних» і «чистих» приміщень може не дотримуватися. Через це повітряні потоки, через які передається більшість внутрішньолікарняних інфекцій, можуть перетікати між суміжно розташованими приміщеннями як по одному поверху, так і між поверхами. Як наслідок, до вентиляційних систем лікарень пред'являються особливі вимоги.

Лікарняна вентиляційна система повинна вирішувати наступні завдання:

- Підтримка заданої температури, рухливості і вологості повітря.
- Забезпечення необхідного мікробіологічного складу повітря (бактеріальної чистоти).
- Виключення перетікання повітря з«брудних » в«чисті » зони.
- Ізоляція повітряного режиму палат та залів, для яких не допускається повітряне поширення інфекцій (наприклад, операційних, реанімацій, родових та ін) для відповідності умов мікроклімату конкретного класу чистоти.
- Видалення неприємних запахів.
- Зняття ризику накопичення статичної електрики з метою запобігання вибуху газів, які використовуються для наркозу, дезінфекції або інших цілей.
- Екологічна безпека. Викиди витяжної системи повинні фільтруватися.

Крім перерахованого вище, вентиляція в лікарні повинна забезпечувати заданий напрямок переміщення повітряних потоків і відповідати нормам за

рівнем шуму і вібрацій. Крім вентиляції, у всіх основних приміщеннях повинно проводитися кондиціонування.

Видалення повітря проводиться у напрямку суміжних приміщень, а потім в коридор. Перед входом в «чисті » приміщення організовується шлюз з 20-25% підпором повітря. Приплив повинен мати триступеневу фільтрацію, а над операційними столами можуть встановлюватися стельові ламінарні повітророзподільники з HEPA-фільтрами.

Вентилювання палат за допомогою примусових систем вентиляції здійснюється за кількома схемами. Якщо біля входу в палату є шлюз (санвузол, душова), в нього припливне повітря потрапляє з коридору. Усередині шлюзу організовується витяжка. Якщо шлюзу немає, в палаті організовується і приплив, і витяжка (з дисбалансом в сторону припливу). Залишок припливного повітря, не виведений палатною витяжкою, буде направлятися в коридор.

1.2.2 Опис обладнання

Вентиляція приміщень запроектована припливно-витяжна з механічним спонуканням повітря. Повітрообмін у приміщеннях прийнято за ДБН В.2.2-10:2017, розрахункам та технологічним завданням. Характеристики опалювально-вентиляційного обладнання приведені в таблиці. Передбачаються окремі системи для операційної та для кожного поверху. Окремі витяжні системи вентиляції передбачені для приміщень сан. Вузлів кожного поверху, для комор кожного поверху. Розміщуються на покрівлі. Припливні установки виконані в гігієнічному виконанні. Припливно-витяжні установки ПВ1, ПВ2 та привпливна установка П1 розміщуються в приміщені венткамери, в підвальному приміщені існуючого корпусу. Припливно-витяжна установка ПВ1 подає повітря на перший поверх. Припливно-витяжна установка ПВ2 подає повітря на перший поверх в зону малої операційної. Повітрообмін в приміщенні лікарні розрахований з метою недопущення

переміщення повітря з більш забруднених кімнат в менш забруднені. Тим самим досягається санітарно-гігієнічні умови різних класів приміщень

Припливно-витяжна установка AV02,AV04 Vents (мал.5)

Припливна установка AV04 Vents (мал.6)

1.2.3 Переваги та недоліки системи, рекомендації

Припливно-витяжні установки з водяним нагрівачем — це системи вентиляції, які подають свіжий повітряний потік і видаляють відпрацьоване повітря з приміщення, при цьому підігріваючи припливне повітря за допомогою водяного теплообмінника. Розглянемо основні переваги та недоліки цих систем.

Переваги припливно-витяжних установок з водяним нагрівачем:

1. **Енергоефективність:**
   - Завдяки використанню водяного нагрівача, який підігрівається від зовнішніх джерел (наприклад, центрального опалення або теплового насоса), система працює більш економічно, ніж електричні нагрівачі.
2. **Екологічність:**
   - Використання водяного нагрівання знижує споживання електроенергії і, відповідно, вплив на довкілля, особливо якщо джерело тепла екологічне.
3. **Комфортний мікроклімат:**
   - Установки забезпечують стабільну подачу свіжого повітря з оптимальною температурою, що підвищує комфорт у приміщеннях і запобігає відчуттю протягів.
4. **Можливість рециркуляції:**
   - Багато припливно-витяжних установок мають режим рециркуляції повітря, що дозволяє підтримувати тепло і одночасно знижувати енерговитрати на нагрівання.
5. **Висока продуктивність**:
   - Такі системи ефективно працюють навіть у великих приміщеннях, забезпечуючи потужний повітряний потік і надійний обігрів.

Недоліки припливно-витяжних установок з водяним нагрівачем:

1. **Складність монтажу:**

- Установки з водяним нагрівачем потребують додаткового трубопроводу для підведення гарячої води, що ускладнює і здорожчує установку системи.

2. **Залежність від опалювальної системи:**

   - Щоб система ефективно працювала, вона повинна бути підключена до надійного джерела гарячої води. При перебоях у системі опалення можуть виникнути проблеми з обігрівом припливного повітря.

3. **Необхідність регулярного обслуговування:**

   - Такі системи потребують регулярного догляду, зокрема очищення теплообмінника, трубопроводів, а також перевірки робочого стану водяного нагрівача.

4. **Значні витрати на запуск:**

   - Першочергові витрати на встановлення можуть бути високими через потребу в монтажі трубопроводів і підключенні до системи опалення.

5. **Ризик тепловтрат у тривалих системах:**

   - У довгих системах трубопроводів можуть виникати тепловтрати, що знижує ефективність нагріву припливного повітря.

Рекомендації щодо використання припливно-витяжних установок з водяним нагрівачем:

1. **Оцінка умов експлуатації**.
   - Перед установкою необхідно провести розрахунки теплових і вентиляційних потреб приміщення. Враховуйте площу, об’єм повітря, що має подаватися, а також кліматичні умови регіону. Це допоможе вибрати установку з оптимальною потужністю нагрівача.

2. **Правильне підключення до системи опалення**.
    - Для стабільного функціонування водяного нагрівача потрібно забезпечити надійне підключення до опалювальної системи. Найбільш ефективним буде підключення до незалежного або автономного джерела тепла, яке підтримує постійну температуру теплоносія.
3. **Установка терморегулятора**.
    - Для економії енергії та забезпечення оптимальної температури припливного повітря рекомендується встановити терморегулятор або систему автоматичного керування нагрівачем. Це дозволить знижувати або підвищувати температуру припливного повітря в залежності від потреб, що особливо важливо в міжсезоння.
4. **Забезпечення якісної теплоізоляції трубопроводів**.
    - Теплоізоляція трубопроводів, що подають гарячу воду до нагрівача, допоможе уникнути тепловтрат. Це знижує енерговитрати і підвищує ефективність роботи системи, особливо на великих об’єктах.
5. **Регулярне обслуговування**.
    - Проводьте планове обслуговування системи, включаючи очищення теплообмінника, фільтрів і перевірку трубопроводів. Важливо також перевіряти стан насоса і вентиляторів. Чистота системи вентиляції безпосередньо впливає на якість повітря в приміщенні.
6. **Використання рециркуляції повітря**.
    - За можливості використовуйте функцію рециркуляції, яка дозволяє частково змішувати припливне і витяжне повітря. Це допомагає знижувати навантаження на нагрівач і підтримувати комфортну температуру без зайвих витрат тепла.
7. **Своєчасна заміна фільтрів**.
    - Щоб уникнути потрапляння пилу та інших забруднень до теплообмінника, фільтри необхідно регулярно замінювати. Це не

тільки покращує якість повітря, але й запобігає зниженню продуктивності установки.

8. **Контроль за температурним режимом**.
   - У зимовий період важливо слідкувати за температурою води в теплообміннику, щоб уникнути перегріву або недостатнього
   - підігріву припливного повітря. Влітку ж можна знижувати температуру нагрівача, щоб зекономити енергію.

1.3 Система опалення

1.3.1 Нормативні параметри для приміщень медичних закладів

Системи опалення в приміщеннях медичного застосування мають важливе значення для забезпечення комфортних умов для пацієнтів та медичного персоналу, а також для підтримки належного рівня стерильності в операційних та інших спеціалізованих приміщеннях. Вони повинні відповідати суворим нормативним вимогам для збереження оптимальних параметрів температури, вологості та безпеки.

Допустимі значення температури повітря в медичних закладах

Найменування приміщень	Нормативне значення t, °C, не більше
Реєстратура, довідкова кімната, вестибюль, гардеробна закладу охорони здоров'я, що надає первинну медичну (медико-санітарну) допомогу	+18
Процедурний/ оглядовий кабінет/ кабінет щеплень закладу охорони здоров'я, що надає первинну медичну (медико-санітарну) допомогу	+22
Палати для дорослих хворих, приміщення для матерів акушерських відділень, приміщення гіпотермії	+20
Операційні, післяопераційні палати, реанімаційні зали, палати інтенсивної терапії, пологові, пологові бокси, операційно-діалізаційні, наркозні, опікові палати	+22
Післяпологові палати, палати для дітей, палати для дітей із матерями	+22
Палати для новонароджених, недоношених, травмованих дітей; палати спільного перебування новонароджених та матерів	+25
Допологові, фільтри, приймально-оглядові бокси, оглядові, перев'язувальні, маніпуляційні, передопераційні, процедурні, приміщення для зціджування грудного молока, кімнати для годування дітей віком до 1 року, приміщення для щеплень	+22
Кабінети лікарів, кімнати персоналу, кімнати відпочинку для хворих, які користуються процедурами водолікування та грязелікування, кабінети голкотерапії, приміщення виписки, кабінети аудіометрії, антропометрії, диспетчерські, приймаючі виклики та напрямні бригади, кімната відпочинку диспетчерів, лікарів, фельдшерів, санітарів, шоферів, виїзних бригад	+20
Процедурні рентгенодіагностичні кабінети, процедурні та роздягальні флюорографічних кабінетів, кабінети електросвітлолікування, масажна	+20

Системи опалення для приміщень медичного застосування повинні забезпечувати комфортний, безпечний і стабільний температурний режим, що відповідає суворим гігієнічним та санітарним нормам. Важливим аспектом є автоматизація систем, їхня енергоефективність, а також здатність запобігати поширенню інфекцій та забезпечувати безперебійну роботу у випадку аварій.

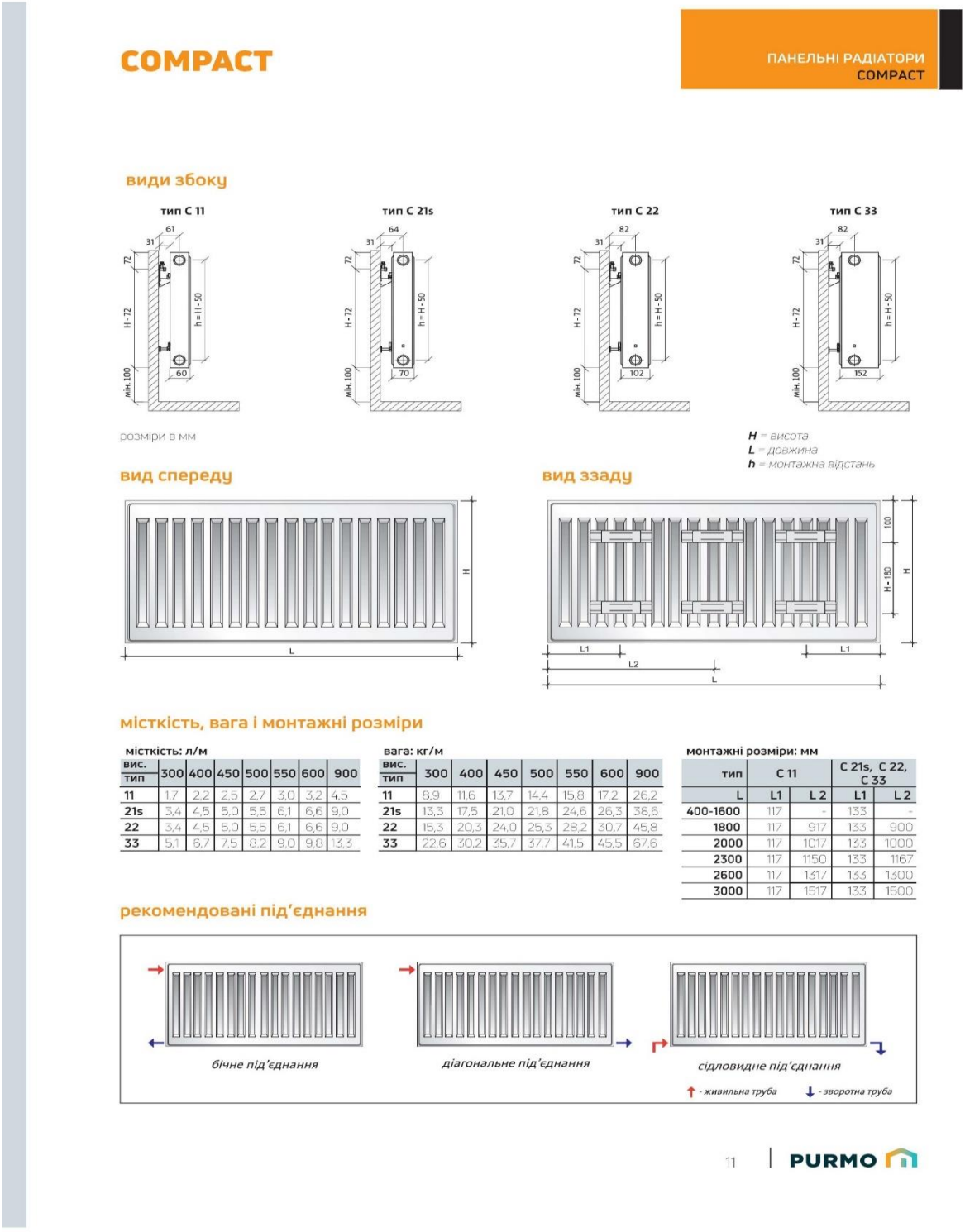
1.3.2 Опис обладнання

Проектом передбачається будівництво системи опалення в будівлі. Система опалення прийнята горизонтальна, двотрубна, тупикова з розведенням трубопроводів в під стелею підвалу в ізоляції. В якості опалювальних приладів запроектовані сталеві панельні радіатори фірми "Purmo" (в чистих приміщеннях гігіїнічного виконання). Для економії тепла на нагрівальних приладах встановлюються термостатичні клапани RA-VD з автоматичним регулятором витрат та регулюючі клапани з встроєним дренажним краном. Арматура запоектована фірми Danfoss. За приладами опалення (на стіні) встановити тепловідбивні екрани. Монтаж систем опалення виконати частково (магістралі) з сталевих труб по ГОСТ 3262-75 та частково (відгалудження та усі підводки до радіаторів) із поліетиленових труб "Rehau" RAUTITAN Pink. Горизонтальні ділянки трубопроводів прокласти с ухилом не менше 0,002. Видалення повітря із системи передбачено через крани для видалення повітря на нагрівальних приладах та повітровідвідники, встановлені у верхніх точках системи. Злив води передбачено через крани для зливу в нижніх точках системи опалення. Трубопроводи системи опалення та теплопостачання теплоізолювати тепловою ізоляцією для труб зі вспіненого пінополіетілена б=13 мм.

Передбачається проектування індивідуального теплового пункту в підвальному приміщенні існуючої будівлі. Прийняті параметри: - в системі опалення будівлі 80-60° С; - в системі теплопостачання калориферів припливних установок 80-60° С; Системи приєднані до теплової мережі по

залежній схемі. В ІТП передбачається встановлення: відключаючої та балансувальної арматури, грязьовика, фільтрів, та вимірювальних приладів.

Технічні характеристика використаного обладнання:



COMPACT

ПАНЕЛЬНІ РАДІАТОРИ
COMPACT

види збоку

тип C 11 | тип C 21s | тип C 22 | тип C 33

розміри в мм

H = висота
L = довжина
h = монтажна відстань

вид спереду

вид ззаду

місткість, вага і монтажні розміри

місткість: л/м

вис. / тип	300	400	450	500	550	600	900
11	1,7	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	4,5
21s	3,4	4,5	5,0	5,5	6,1	6,6	9,0
22	3,4	4,5	5,0	5,5	6,1	6,6	9,0
33	5,1	6,7	7,5	8,2	9,0	9,8	13,3

вага: кг/м

вис. / тип	300	400	450	500	550	600	900
11	8,9	11,6	13,7	14,4	15,8	17,2	26,2
21s	13,3	17,5	21,0	21,8	24,6	26,3	38,6
22	15,3	20,3	24,0	25,3	28,2	30,7	45,8
33	22,6	30,2	35,7	37,7	41,5	45,5	67,6

монтажні розміри: мм

тип	C 11		C 21s, C 22, C 33	
L	L1	L 2	L1	L 2
400-1600	117	-	133	-
1800	117	917	133	900
2000	117	1017	133	1000
2300	117	1150	133	1167
2600	117	1317	133	1300
3000	117	1517	133	1500

рекомендовані під'єднання

бічне під'єднання | діагональне під'єднання | сідловидне під'єднання

↑ - живильна труба ↓ - зворотна труба

11 | PURMO

Габаритні розміри С22 (мал.7)

ПАНЕЛЬНІ РАДІАТОРИ
COMPACT

COMPACT
тип 22

PURMO C 22

Приклад опису радіатора : PURMO C 22 600 x 1200

найменування
тип
висота
довжина

довжина [мм]	параметри $t_z / t_p / t_i$	висота [мм]						
		300	400	450	500	550	600	900
400	90/70/20 °C	488	621	686	749	811	872	1223
	75/65/20 °C	384	488	539	588	636	684	955
500	90/70/20 °C	610	776	857	936	1014	1090	1529
	75/65/20 °C	481	611	674	735	796	855	1194
600	90/70/20 °C	732	932	1029	1123	1217	1308	1835
	75/65/20 °C	577	733	808	882	955	1025	1433
700	90/70/20 °C	854	1087	1200	1311	1420	1526	2140
	75/65/20 °C	673	855	943	1029	1114	1196	1672
800	90/70/20 °C	976	1242	1371	1498	1622	1744	2446
	75/65/20 °C	769	977	1078	1176	1273	1367	1910
900	90/70/20 °C	1098	1397	1543	1685	1825	1962	2752
	75/65/20 °C	865	1099	1212	1323	1432	1538	2149
1000	90/70/20 °C	1220	1553	1714	1872	2028	2180	3058
	75/65/20 °C	961	1221	1347	1470	1591	1709	2388
1100	90/70/20 °C	1342	1708	1886	2060	2231	2398	3364
	75/65/20 °C	1057	1343	1482	1617	1750	1880	2627
1200	90/70/20 °C	1464	1863	2057	2247	2434	2616	3669
	75/65/20 °C	1153	1465	1616	1764	1909	2051	2866
1400	90/70/20 °C	1708	2174	2400	2621	2839	3052	4281
	75/65/20 °C	1345	1709	1886	2058	2227	2393	3343
1600	90/70/20 °C	1952	2484	2743	2996	3245	3488	4893
	75/65/20 °C	1538	1954	2155	2352	2546	2734	3821
1800	90/70/20 °C	2196	2795	3086	3370	3651	3925	5504
	75/65/20 °C	1730	2198	2425	2646	2864	3076	4298
2000	90/70/20 °C	2440	3105	3429	3745	4056	4361	6116
	75/65/20 °C	1922	2442	2694	2940	3182	3418	4776
2300	90/70/20 °C	2806	3571	3943	4306	4665	5015	7033
	75/65/20 °C	2210	2808	3098	3381	3659	3931	5492
2600	90/70/20 °C	3172	4037	4457	4868	5273	5669	7950
	75/65/20 °C	2499	3175	3502	3822	4137	4443	6209
3000	90/70/20 °C	3660	4658	5143	5617	6084	6541	9173
	75/65/20 °C	2883	3663	4041	4410	4773	5127	7164

Теплова потужність радіаторів (Вт) за нормою EN 442 для параметрів 90/70/20 °C і 75/65/20 °C. Витрати на кольорові радіатори - див. ст. 115.

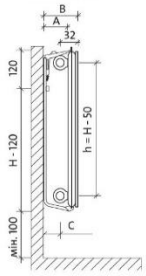
[Вт/м] 105/75/20 °C	1463	1864	2059	2250	2439	2623	3690
показник n	1,3094	1,3182	1,3226	1,3270	1,3314	1,3358	1,3561

Технічні характеристики С22 (мал.8)

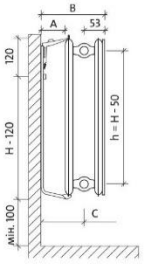
PLAN HYGIENE

види збоку

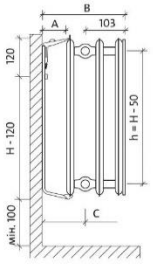
тип FH 10



тип FH 20



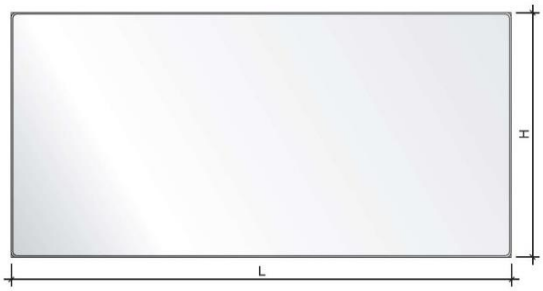
тип FH 30



розміри в мм

H = висота
L = довжина
h = монтажна відстань

вид спереду



монтажні розміри: мм

тип	FH 10	FH 20	FH 30
товщина радіатора	49	104	154
A-товщина підвісу	100	100	100
B-загальна товщина	116	204	254
C-вісь патрубка	84	151	151

місткість і вага

місткість: л/м

тип \ вис.	300	500	600	900
10	1,7	2,7	3,2	4,5
20	3,4	5,5	6,6	9,0
30	5,1	8,2	9,8	13,3

вага: кг/м

тип \ вис.	300	500	600	900
10	9,3	14,8	17,8	26,4
20	13,8	21,9	26,9	38,7
30	18,4	29,3	35,8	51,4

рекомендовані під'єднання

Габаритні розміри FH22 (мал.9)

PLAN HYGIENE

тип 20

ПРИКЛАД ОПИСУ РАДІАТОРА: PURMO FH 20 600 x 1200

- найменування
- тип
- висота
- довжина

довжина [мм]	параметри $t_z / t_p / t_i$	висота [мм]			
		300	500	600	900
400	90/70/20 °C	302	445	513	712
	75/65/20 °C	239	352	406	564
500	90/70/20 °C	377	556	642	890
	75/65/20 °C	299	440	508	706
600	90/70/20 °C	452	667	770	1068
	75/65/20 °C	359	528	609	847
700	90/70/20 °C	528	778	898	1246
	75/65/20 °C	419	616	711	988
800	90/70/20 °C	603	889	1027	1424
	75/65/20 °C	478	704	812	1129
900	90/70/20 °C	679	1000	1155	1602
	75/65/20 °C	538	792	914	1270
1000	90/70/20 °C	754	1111	1283	1780
	75/65/20 °C	598	880	1015	1411
1100	90/70/20 °C	829	1223	1412	1958
	75/65/20 °C	658	968	1117	1552
1200	90/70/20 °C	905	1334	1540	2135
	75/65/20 °C	718	1056	1218	1693
1400	90/70/20 °C	1055	1556	1797	2491
	75/65/20 °C	837	1232	1421	1975
1600	90/70/20 °C	1206	1778	2053	2847
	75/65/20 °C	957	1408	1624	2258
1800	90/70/20 °C	1357	2001	2310	3203
	75/65/20 °C	1076	1584	1827	2540
2000	90/70/20 °C	1508	2223	2566	3559
	75/65/20 °C	1196	1760	2030	2822
2300	90/70/20 °C	1734	2556	2951	
	75/65/20 °C	1375	2024	2335	
2600	90/70/20 °C	1960	2890	3336	
	75/65/20 °C	1555	2288	2639	
3000	90/70/20 °C	2262	3334	3850	
	75/65/20 °C	1794	2640	3045	

Теплова потужність радіаторів (Вт) за нормою EN 442 для параметрів 90/70/20 °C і 75/65/20 °C. Витрати на кольорові радіатори - див. ст. 115.

[Вт/м] 105/75/20 °C	899	1327	1533	2123
показник n	1,2706	1,2809	1,2861	1,2729

Технічні характеристики FH22 (мал.10)

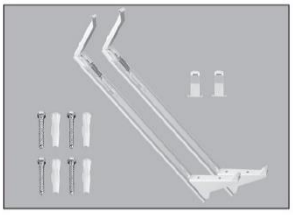
КРІПЛЕННЯ

Необхідна кількість лікарняних кронштейнів Monclac MCK 108 для різних типів і висот гігієнічних радіаторів PURMO

Кронштейни з плечем 108 мм – макс. вертикальне навантаження на 1 кронштейн становить 125 кг (нові кронштейни з посиленою конструкцією полиці)

УВАГА: Кріплення до гігієнічних радіаторів необхідно замовляти окремо.
Кріплення упаковано в комплекті по 2 або 3 шт. В таблиці показано кількість одиничних кріплень, а не комплектів!!!

висота	300			500			600			900		
довжина [мм]	10 к-ть	20 к-ть	30 к-ть	10 к-ть	20 к-ть	30 к-ть	10 к-ть	20 к-ть	30 к-ть	10 к-ть	20 к-ть	30 к-ть
400	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
500	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
600	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
700	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
800	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
900	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
1000	2	2	2	2	2	2	2	2 [1]	2	2	2	3
1100	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	3
1200	2	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	3
1400	2	3	3	2	2	3	2	2	3	2	3	3
1600	3	3	3	2	3	3	2	2	3	3	3	3
1800	3	3	4	3	3	3	2	3	3	3	3	4
2000	3	3	4	3	3	4	3	3 [2]	3	3	3	4
2300	4	4	4	3	3	4	3	3	4	3	4	4
2600	4	4	5	4	4	5	3	3	4	4	4	5
3000	5	5	6	4	4	5	4	4 [3]	5	4	4	5

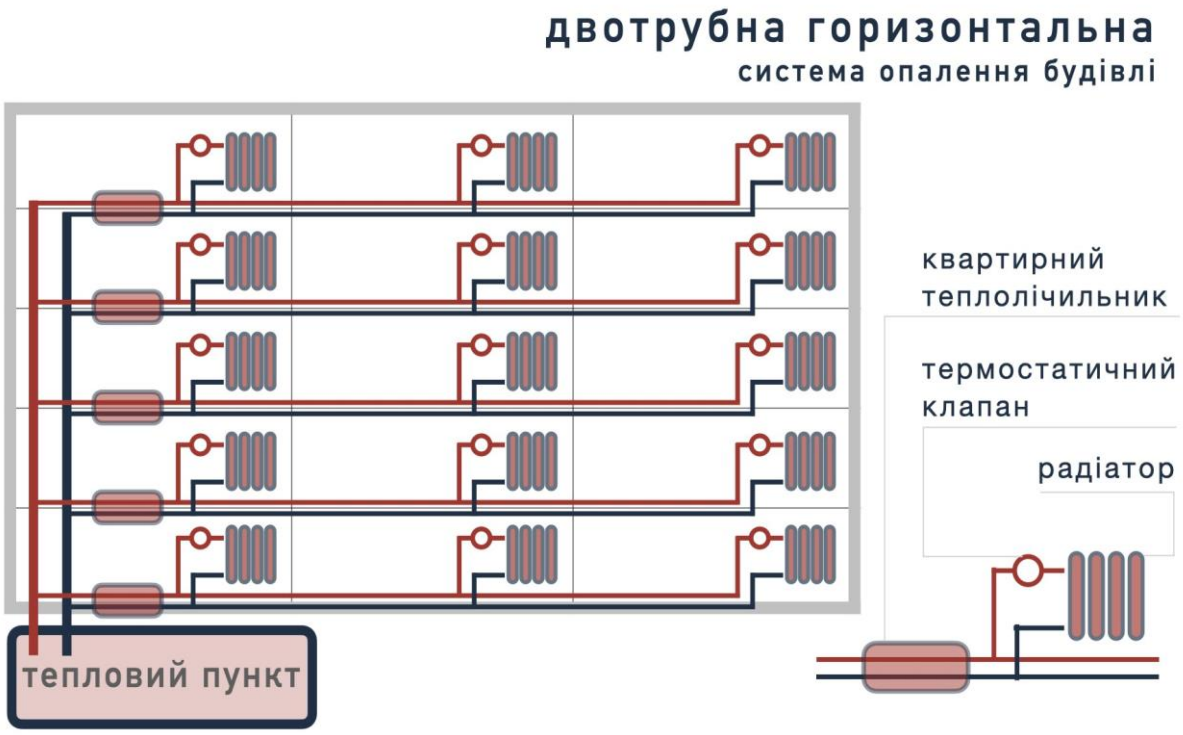


Правила правильного підбору комплектів кріплень Monclac MCK 108 на прикладі Гігієнічного радіатора тип 20 висота 600 мм:

1) Для довжини 1000 мм - 1 подвійний комплект AZ02BW2MC601080R9016
2) Для довжини 2000 мм - 1 потрійний комплект AZ02BW3MC601080R9016
3) Для довжини 3000 мм - 2 подвійні комплекти AZ02BW2MC601080R9016

опис	код замовлення
комплект з 2 елементів Monclac MCK-108 для радіаторів висотою 300 мм	AZ02BW2MC301080R9016
комплект з 3 елементів Monclac MCK-108 для радіаторів висотою 300 мм	AZ02BW3MC301080R9016
комплект з 2 елементів Monclac MCK-108 для радіаторів висотою 500 мм	AZ02BW2MC501080R9016
комплект з 3 елементів Monclac MCK-108 для радіаторів висотою 500 мм	AZ02BW3MC501080R9016
комплект з 2 елементів Monclac MCK-108 для радіаторів висотою 600 мм	AZ02BW2MC601080R9016
комплект з 3 елементів Monclac MCK-108 для радіаторів висотою 600 мм	AZ02BW3MC601080R9016
комплект з 2 елементів Monclac MCK-108 для радіаторів висотою 900 мм	AZ02BW2MC901080R9016
комплект з 3 елементів Monclac MCK-108 для радіаторів висотою 900 мм	AZ02BW3MC901080R9016

Кріплення для радіаторів (мал. 11)



Приклад 2-трубної горизонтальної системи опалення (мал.12)

Принцип роботи:

1. **Подача теплоносія**:
   - Гарячий теплоносій, нагрітий у котлі, рухається по подаючій трубі до радіаторів.
   - Через кожен радіатор проходить частина теплоносія, який віддає тепло повітрю у приміщенні.
2. **Зворотний потік**:
   - Після проходження через радіатори теплоносій охолоджується та повертається через зворотний трубопровід до котла.
3. **Циркуляція**:
   - У примусових системах циркуляція забезпечується насосом, що сприяє рівномірному розподілу тепла навіть у великих системах.
   - У системах з природною циркуляцією використовується різниця густини гарячого і холодного теплоносія.

1.3.3 Переваги та недоліки системи, рекомендації

Водяна система опалення є однією з найбільш розповсюджених і використовуваних систем у житлових, комерційних та медичних приміщеннях. Вона базується на циркуляції гарячої води через радіатори або інші нагрівальні елементи, які обігрівають приміщення. Як і будь-яка інженерна система, вона має свої переваги та недоліки, а також потребує певних рекомендацій для оптимальної роботи.

Переваги водяної системи опалення:

1. **Висока ефективність теплообміну**
    - Вода має високу теплоємність, що дозволяє ефективно акумулювати та передавати тепло по всій системі, забезпечуючи рівномірний обігрів приміщень.
2. **Точний контроль температури**
    - Водяні системи можуть працювати з термостатами, що дозволяє точно контролювати температуру в кожному приміщенні або зоні.
3. **Комфортні умови для перебування**
    - Така система опалення забезпечує комфортний мікроклімат, оскільки не створює інтенсивного перемішування повітря, як це роблять деякі повітряні системи. Це зменшує циркуляцію пилу та сприяє кращій якості повітря.
4. **Безшумна робота**
    - Водяні системи працюють без шуму, оскільки немає вентиляторів чи компресорів, що робить їх ідеальними для використання у приміщеннях, де потрібна тиша, наприклад, у медичних закладах, офісах, житлових будинках.

5. **Тривалий термін служби**
    - При правильному обслуговуванні водяні системи можуть служити десятки років без значних проблем, оскільки вони виготовлені з довговічних матеріалів (металеві труби, радіатори).
6. **Економічність в експлуатації**
    - Водяні системи з правильним управлінням енергоефективні, що знижує витрати на опалення порівняно з іншими типами систем.
7. **Сумісність з різними джерелами тепла**
    - Водяна система опалення може працювати з різними джерелами тепла — газовими або електричними котлами, тепловими насосами, сонячними колекторами тощо, що дає можливість адаптувати її під специфічні умови або потреби.

Недоліки водяної системи опалення:

1. **Висока вартість встановлення**
    - Монтаж водяної системи, включаючи встановлення труб, радіаторів і котлів, зазвичай коштує дорожче, ніж інші види опалення (наприклад, електричне або повітряне опалення).
2. **Складність ремонту та обслуговування**
    - У разі витоків чи проблем з трубами ремонт може бути дорогим і трудомістким, особливо якщо система захована в стінах або підлозі.
3. **Чутливість до корозії та накипу**
    - Залежно від якості води, у системах можуть виникати проблеми з корозією металевих труб або накипом у котлах, що знижує ефективність роботи та збільшує витрати на обслуговування.
4. **Інертність системи**
    - Водяні системи мають відносно довгий час розігріву та охолодження через високу теплоємність води, тому вони не

підходять для приміщень, де потрібно швидке нагрівання або охолодження.

5. **Проблеми з замерзанням води**
    - Якщо систему не використовують у зимовий період, є ризик замерзання води у трубах, що може призвести до їх пошкодження. Це особливо важливо для неопалюваних будівель або при тимчасовому відключенні опалення.
6. **Необхідність постійного технічного обслуговування**
    - Регулярна профілактика і обслуговування котлів, труб і насосів є необхідними для забезпечення стабільної та ефективної роботи системи.

Рекомендації для водяної системи опалення:

1. **Якісний вибір компонентів**
    - Вибирайте матеріали з антикорозійними властивостями, такі як мідь або спеціальні полімерні труби, щоб мінімізувати проблеми з корозією та накипом. Також важливо встановлювати високоякісні радіатори і котли з ефективними системами управління.
2. **Інтеграція з автоматикою**
    - Використовуйте сучасні термостати та системи управління, що дозволяють регулювати температуру за зонами і оптимізувати споживання енергії. Це допоможе знизити витрати на опалення та зробити систему більш енергоефективною.
3. **Регулярне обслуговування**
    - Періодично проводьте діагностику системи, очищуйте радіатори і котли від накипу, перевіряйте труби на наявність можливих витоків. Регулярне обслуговування збереже ефективність системи і продовжить її термін служби.
4. **Захист від замерзання**

- Для уникнення замерзання труб у холодну пору року рекомендується використовувати спеціальні **антифризи** або інші засоби захисту, якщо є ризик залишення системи без опалення.

5. **Встановлення додаткового обладнання**
   - Для покращення енергоефективності можна інтегрувати **рекуперацiйні** або **конденсаційні котли**, що дозволяють використовувати додаткову енергію, яка інакше була б втрачена.
6. **Забезпечення якості води**
   - Використовуйте фільтри або системи пом’якшення води для запобігання утворенню накипу в системі, що особливо важливо для котлів та радіаторів.

Водяна система опалення є ефективним та надійним рішенням для забезпечення комфортного мікроклімату в приміщеннях. Вона має численні переваги, зокрема економічність та екологічність, проте вимагає регулярного обслуговування та ретельного підбору матеріалів. Для її оптимальної роботи важливо забезпечити правильний монтаж, інтеграцію з автоматизованими системами контролю та дотримання рекомендацій щодо обслуговування.

2.ВИХІДНІ ДАНІ
ДЛЯ ОБ’ЄКТУ БУДІВНИЦТВА

2.1 Характеристика об’єкта

Київська міська клінічна лікарня №1

Місто: Київ

Температурна зона України: 1

2.2 Вихідні дані

Розрахункова температура зовнішнього повітря	
Для проектування опалення та вентиляції взимку	- 22°С
Для проектування кондиціювання влітку	+ 33,0°С
Середня температура опалювального періоду	- 0,1°С
Кількість опалювальних днів на рік	176 діб

Найменування будинку (споруди), приміщення	Об'єм, $м^3$	*Періоди року при $t_з$, °С*	Витрата тепла, Вт (Гкал/год)				Витрата холоду, Вт	Встановлена потужність електродвигунів, кВт
			на опалення	на вентиляцію	на гаряче водопостачання	загальна		
Захисна споруда	-	-22	*78,55*	*61,48*	-	*140,03*	37990	-

2.3 Теплотехнічний розрахунок

Згідно з кліматологічні дані для холодного періоду року для м. Києва:

- середня температура найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю 0,92:

text = -22°C;

- тривалість опалювального сезону (періоду із середньою добовою температурою зовнішнього повітря text5 $\leq$ 8 °C):

$$Z_{oc} = 176 \text{ діб};$$

- середня температура зовнішнього повітря опалювального сезону: to.c. = -0,1°C;
- кількість градусо-діб опалювального сезону:

$$S = (t_{вн} - t_{o.c.}) \times Z_{o.c.}, \quad (1.1)$$

де tвн – розрахункова температура внутрішнього повітря, °C:

$$S = (22 + 0,1) \times 176 = 3890 \text{ градусо-діб} \quad (1.2)$$

Для м. Києва відповідно до [2, 3] встановлена **нормальна (Н)** зона вологості. Вологісний режим приміщень у зимовий період визначається на основі відносної вологості та температури внутрішнього повітря згідно з [2, 3]. Огороджувальні конструкції обираються з урахуванням умов їх експлуатації, які залежать від вологісного режиму приміщень та зони вологості.

Відповідно до таблиці В1 [3], для будинків і споруд із температурою внутрішнього повітря в межах 12°C < tвн < 24°C та відносною вологістю 50% < φ < 60% слід встановлювати нормальний режим приміщень.

Виходячи з чого, ми приймаємо умови експлуатації огороджуючих конструкцій Б [3].

1. Приведений опір теплопередачі зовнішніх огороджуючих конструкцій будівель повинен відповідати таким умовам:

$$R_{\sum \text{пр}} \geq \text{Rqmin,Вт} \qquad (1.3)$$

Рахуємо загальний опір теплопередачі огородження R_{Σ} наступним чином:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^{n} R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \text{Вт} \qquad (1.4)$$

де αв-коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальних конструкцій визначається відповідно до ДСТУ Б В.2.6-189:2013 [4], Вт/ м^2 °С

де αз-коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороджувальних конструкцій у зимових умовах приймається згідно з додатком Б [4], Вт/ м^2 °С

де R_i -тепловий опір однорідного шару огороджувальної конструкції, який визначається наступним чином:

$$R_{\text{і}} = \frac{\delta_i}{\lambda_{i\,p}} \qquad (1.5)$$

де δ_i – товщина і-того шару, м;

λ_{ip}–розрахунковий показник теплопровідності матеріалу шар, приймається за [4], Вт/ м°С

Різниця між температурою внутрішнього повітря та приведеною температурою внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції повинна залишатися в межах допустимих значень, встановлених санітарно-гігієнічними нормами, °С.

$$\Delta t_{\text{пр}} \leq \Delta t_{\text{сг}}$$

Стіни (зовнішні, внутрішні) 8 ^{0}С

Покриття та перекриття горищ 6 ^{0}С

Перекриття над проїздами та підвалами 3

Теплотехнічний розрахунок огороджувальних конструкцій (табл.1)

Символ	d	Описание материала	λ	ρ	cp	R	Rcor	δ	μ	Z	Zcor	Комментарии
	м		Вт/(м·К)	кг/м3	Дж/(кг·К	м2·К/Вт	2·К/Вт	г/(м·ч·Па)		м2ч·Па/г	м2ч·Па/г	
ПЕРЕКР	Перекрытие наружное											
Вид ограждения: Перекрытие наружное, Влажностные условия: Нормальный												
ЗАЛІЗБЕТОН	0,2200	Залізобетон, густина 2500 кг/м3.	1,920	2500	0,840	0,115	0,115	30,00	24	7333,3	7333,3	
ПСБ	0,0100	Полістирол бетон (стяжка)	0,055			0,182	0,182					
ПАРОІЗ-ПЛ	0,0008	Пароізоляційна плівка , густина 1600 кг/м	0,300	1600	1,470	0,003	0,003	0,00	200000	########	########	
МЕМБР-ПВХ	0,0015	Мембрана ПВХ, густина 1000 кг/м3.	0,230	1000	1,470	0,007	0,007	0,11	6545	13636,4	13636,4	
МЕМБР-ПВХ	0,0080	Мембрана ПВХ, густина 1000 кг/м3.	0,230	1000	1,470	0,035	0,035	0,11	6545	72727,3	72727,3	
МІНВ-СШ35	0,2500	Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати	0,044	35	0,840	5,682	5,682	530,00	1	471,7	471,7	
МЕМБР-ПВХ	0,0800	Мембрана ПВХ, густина 1000 кг/м3.	0,230	1000	1,470	0,348	0,348	0,11	6545	727272,7	727272,7	
БЕТОН-2200	0,0600		1,300	2200	0,840	0,046	0,046	45,00	16	1333,3	1333,3	
СТЯЖКА ЦЕМ	0,0300		1,300	2200	0,840	0,023	0,023	45,00	16	666,7	666,7	
БЕТ-ТОЩИЙ	0,0300		1,050	1900	0,840	0,029	0,029	50,00	14	600,0	600,0	
											Сопротивление теплопередаче внутри Ri, [м²·К/Вт]:	0,170
											Сопротивление теплопередаче снаружи Re, [м²·К/Вт]:	0,040
											Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплопередач. R, [м²·К/Вт]:	6,678
											Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:	0,150
ПЕРЕКРВН	Перекрытие под неотаплив. чердаком											
Вид ограждения: Перекрытие под неотаплив. чердаком, Влажностные условия: Нормальный												
СТАЛЬ-СТР	0,0020		58,000	7800	0,440	0,000	0,000	0,01	72000	200000,0	200000,0	
ПОЛИУРЕТ-В	0,0450		0,025	30	1,460	1,800	1,800	12,00	60	3750,0	3750,0	
СТАЛЬ-СТР	0,0020		58,000	7800	0,440	0,000	0,000	0,01	72000	200000,0	200000,0	
											Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м²·К/Вт]:	0,100
											Сопротивление теплопередаче снаружи Re, [м²·К/Вт]:	0,100
											Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплопередач. R, [м²·К/Вт]:	2,000
											Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:	0,500
ПЕРЕКРПОЛ	Перекрытие наружное											
Вид ограждения: Перекрытие наружное, Влажностные условия: Нормальный												
ЗАЛІЗБЕТОН	0,2200	Залізобетон, густина 2500 кг/м3.	1,920	2500	0,840	0,115	0,115	30,00	24	7333,3	7333,3	
МІНВ-СШ35	0,2000	Вироби теплоізоляційні з мінеральної вати	0,044	35	0,840	4,545	4,545	530,00	1	377,4	377,4	
СТЯЖКА ЦЕМ	0,0050		1,300	2200	0,840	0,004	0,004	45,00	16	111,1	111,1	
ЭЛ-БЕЗЦЕМ	0,0050		0,550	1700	0,840	0,009	0,009	300,00	2	16,7	16,7	
											Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м²·К/Вт]:	0,170
											Сопротивление теплопередаче снаружи Re, [м²·К/Вт]:	0,040
											Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплопередач. R, [м²·К/Вт]:	4,883
											Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:	0,205
ПОЛОСН	Пол по грунту											
Вид ограждения: Пол по грунту, Влажностные условия: Нормальный												
Стена, примыкающая к полу: СТЕНАОСН												
Разница высоты пола и грунтовой воды Zgw: 5,00												
Горизонтальная теплоизоляц.: ПЕНОПОЛ УП толщиной dnh = 0,05 м и длиной Dh = 210,00 м												
Вертикальная теплоизоляц.: МИНВАТ-ПЛУ толщиной dnv = 0,17 м и длиной Dv = 0,10 м												
ПОЛИУРЕТ	0,0008		0,035	40	1,460	0,023	0,023	12,00	60	66,7	66,7	
БЕТОН-2400	0,1000		1,700	2400	0,840	0,059	0,059	30,00	24	3333,3	3333,3	
БЕТОН-2400	0,1600		1,700	2400	0,840	0,094	0,094	30,00	24	5333,3	5333,3	
СТЯЖКА ЦЕМ	0,0500		1,300	2200	0,840	0,038	0,038	45,00	16	1111,1	1111,1	
ПЕНОПОЛ УП	0,0500		0,040	30	1,460	1,250	1,250	12,00	60	4166,7	4166,7	
ПОЛИЭТИЛЕН	0,0010		0,200	1300	1,420	0,005	0,005	0,07	10000	13888,9	13888,9	
БЕТОН-Г/Щ	0,1000	Бетон на гравії або щебені з природного к	1,740	2400	0,840	0,057	0,057	30,00	24	3333,3	3333,3	
											Равноценное сопротивление грунта вместе с сопротивлениями теплпередаче Rg, [м²·К/Вт]:	2,000
											Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплопередач. R, [м²·К/Вт]:	3,527
											Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:	0,284
СТЕНАОСН	Стена наружная											
Вид ограждения: Стена наружная, Влажностные условия: Нормальный												
ЭЛ-БЕЗЦЕМ	0,0050		0,550	1700	0,840	0,009	0,009	300,00	2	16,7	16,7	
В-ЦПС-400	0,0050	Вироби цементополістирольні. Густина 400	0,120	400	0,840	0,042	0,042	80,00	9	62,5	62,5	
МИНВАТ-СТ	0,1700		0,045	70	0,750	3,778	3,778	480,00	2	354,2	354,2	
ГАЗОБЕТ-06	0,2000		0,174	600	1,000	1,149	1,149	75,87	9	2636,1	2636,1	
											Сопротивленеие теплопередаче внутри Ri, [м²·К/Вт]:	0,130
											Сопротивление теплопередаче снаружи Re, [м²·К/Вт]:	0,040
											Сумма сопротив. теплооб. и термич. сопротив. - сопротивл. теплопередач. R, [м²·К/Вт]:	5,148
											Коэффициент теплопередачи U, [Вт/(м²·К)]:	0,194

2.3.1 Розрахунок тепловтрат приміщення

Втрати тепла в опалювальному режимі відповідають загальній тепловіддачі опалювальних приладів. Величину тепловтрат в опалювальному режимі розраховують за формулою:

$$\sum Q_{\text{втр.}} = Q_{\text{пр.оп}} + Q_{\text{інф}}\,\text{Ro} \qquad (1.6)$$

2.3.2 Тепловтрати через огороджувальні конструкції

Рахуються наступним чином:

$$Q_{\text{огр}} = F(t_{\text{вн}} - t_{\text{з}})(1+\Sigma\beta)n/\text{Ro} \qquad (1.7)$$

де F–розрахункова площа огороджувальної конструкції, м^2;

$t_{\text{вн}}$ –розрахункова температура повітря в приміщенні, ◦С;

$t_{\text{з}}$ –розрахункова температура зовнішнього повітря, ◦С;

β–додаткові тепловтрати, в частках від основних втрат;

n–коефіцієнт, що враховує положення зовнішньої поверхні захищення по відношенню до зовнішнього повітря;

R_o –опір теплопередачім$^2 \cdot$°С/Вт, що визначається за формулою:

$$R_o = 1/\alpha_{\text{в}} + \Sigma(\delta_i/\lambda_i) + 1/\alpha_{\text{з}} + \text{Rп.п.} \qquad (1.8)$$

де $\alpha_{\text{в}}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні захищення, Вт/ м$^2 \cdot$°С;

δ_i и λ_i – товщина шару і розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу ша- ру конструкції;

$\alpha_{\text{з}}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні захищення, Вт/м$^{2 \cdot \text{oC}}$;

$R_{n.n}$ – термічний опір закритого повітряного прошарку (при наявності його в конст- рукції), м^2·^{o}С/Вт.

δ_i – визначається з будівельних креслень огороджуючих конструкцій або призначається у відповідності з завданням;

λ_i – приймається за довідковими даними.

2.3.3 Інфільтрація холодного повітря

Через нещільності у дверях, вікнах та інших огороджувальних конструкціях, визначається за формулою:

$$Q_{інф}=c\cdot\rho\cdot L\cdot\Delta T \qquad (1.9)$$

де с – теплоємність повітря (с=1005 Дж/(кг\°С)

ρ – густина повітря (ρ=1.2 кг/м³)

L – об’єм інфільтрації повітря, м³/с.

ΔТ – різниця температур між внутрішньою та зовнішньою сторонами, °С.

2.3.4 Тепловтрати через систему вентиляції

У вентиляційних системах з припливом зовнішнього повітря, якщо воно недостатньо підігріте, визначаємо за нуступною формулою:

$$Q_{вент}=L\cdot\rho\cdot c\,\Delta T \qquad (1.10)$$

Об’єм повітря залежить від кратності повітрообміну та об’єму приміщення:

$$L=n\cdot V \qquad (1.11)$$

n – кратність повітрообміну (разів на годину);

V – об’єм приміщення, м³ (V=S·H).

Наприклад:

Операційна з площею 25 м², висотою 3 м, кратністю повітрообміну n=20:

$$V=25\cdot3=75\ м^3$$
$$L=20\cdot75=1500\ м^3/год.$$

Різниця температур визначається умовами експлуатації:

$$\Delta T=t_{вн}-t_{зов} \quad (1.12)$$

У зимовий період: $t_{вн}=22\ °C$, $t_{зов}=-20\ °$, тоді $\Delta T=22-(-20)=42\ °C$

Підставляємо отримані значення в (1.9)

$$Q_{вент}=0{,}28\cdot1500\cdot42=17640\ Вт(17{,}7кВт)$$

2.4 Розрахунок теплонадходжень

2.4.1 Теплонадходження від людей

Явна кількість теплоти:

$$Qл, h=\sum(q_{л, h}\cdot n) \quad (1.13)$$

де $q_{л, h}$ - питомі явні теплонадходження від однієї людини

n – кількіть людей;

Повна кількість теплоти:

$$Q_{л, hf}=\sum(q_{л, hf}\cdot n) \quad (1.14)$$

де $q_{л, hf}$ - питомі повні теплонадходження від однієї людини;

n – кількіть людей;

Вологонадходження:

$$M_{в}=\sum(m_{вл}\cdot n)\ ) \quad (1.15)$$

де $m_{вл}$ - питомі вологонадходження від однієї людини;

n – кількіть людей;

Кількість вуглекислого газу:

$$M_{co2}=\sum(M\cdot n)\ ) \quad (1.16)$$

де M - питомі надходження CO2 від однієї людини n – кількіть людей;

2.4.2 Теплонадходження від штучного освітлення

В якості освітлювальних приладів приймаємо люмінісцентні лампи, теплонадходження яких обчислюємо за формулою:

$$Q_{осв}=A\cdot E\cdot q_{ос}\cdot \eta_{ос} \quad (1.17)$$

A - площа підлоги;

E – освітленість;

$q_{ос}$ - питома потужність;

$\eta_{ос}$ - коефіцієнт світла перетвореного в теплоту.

2.4.3 Теплонадходження від опалювальних приладів

Визначаються наступним чином:

$$Q_{оп.в} = Q_{пр.оп}\,(t_{wz} - t_{н}) \cdot \left(\frac{t_{сер.оп}-t_{в.в}}{t_{сер.оп}-t_{wz}}\right) \quad (1.18)$$

де $Q_{пр.оп}$ - сумарні втрати тепла в режимі опалення при

$\Delta t= t_{в}- t_{н} =1$;

$t_{сер.оп}$ - середня температура теплоносія в опалювальних приладах;

2.4.4 Теплонадходження від сонячної радіації

Через прозорі конструкції (вікна, скляні стіни), визначається за формулою:

$$Qсон=S\cdot G\cdot \tau \quad (1.19)$$

S – площа скління, м²;

G – сонячна радіація, Вт/м²;

τ – коефіцієнт світлопропускання скла.

2.4.5 Тепловий баланс приміщення

Для підтримання комфортної температури у приміщенні потрібно компенсувати тепловтрати за рахунок теплонадходжень або систем опалення (табл.2):

$$Q_{сум} = Q_{втрати} - Q_{надходження} \quad (1.20)$$

Якщо тепловтрати перевищують теплонадходження, різниця компенсується опаленням. У зворотному випадку, надлишок тепла видаляється за допомогою систем охолодження (кондиціонування).

Тепловий баланс приміщення (табл.2)

Приміщення	Період	Тепловтрати, $\Sigma Q_{втр}$, Вт	Теплонадходження, $\Sigma Q_{надх}$, Вт	Надлишки, ΔQ, Вт
Приймальне відділення	теплий	0	91731	91731
	холодний	24163	78352	54189

3.СИСТЕМА КОНДИЦІОНУВАННЯ

3.1 Система кондиціонування

Відповідно до технічного завдання проекту, було здійснено ретельний відбір та аналіз різних варіантів систем кондиціонування. У результаті було обрано мультизональні системи кондиціонування від відомого бренду LG. Ці системи відповідають усім вимогам проекту, забезпечують високу ефективність роботи, енергоефективність та зручність у використанні. Завдяки своїм технічним характеристикам і надійності, вони ідеально підходять для реалізації поставлених цілей у рамках проекту.

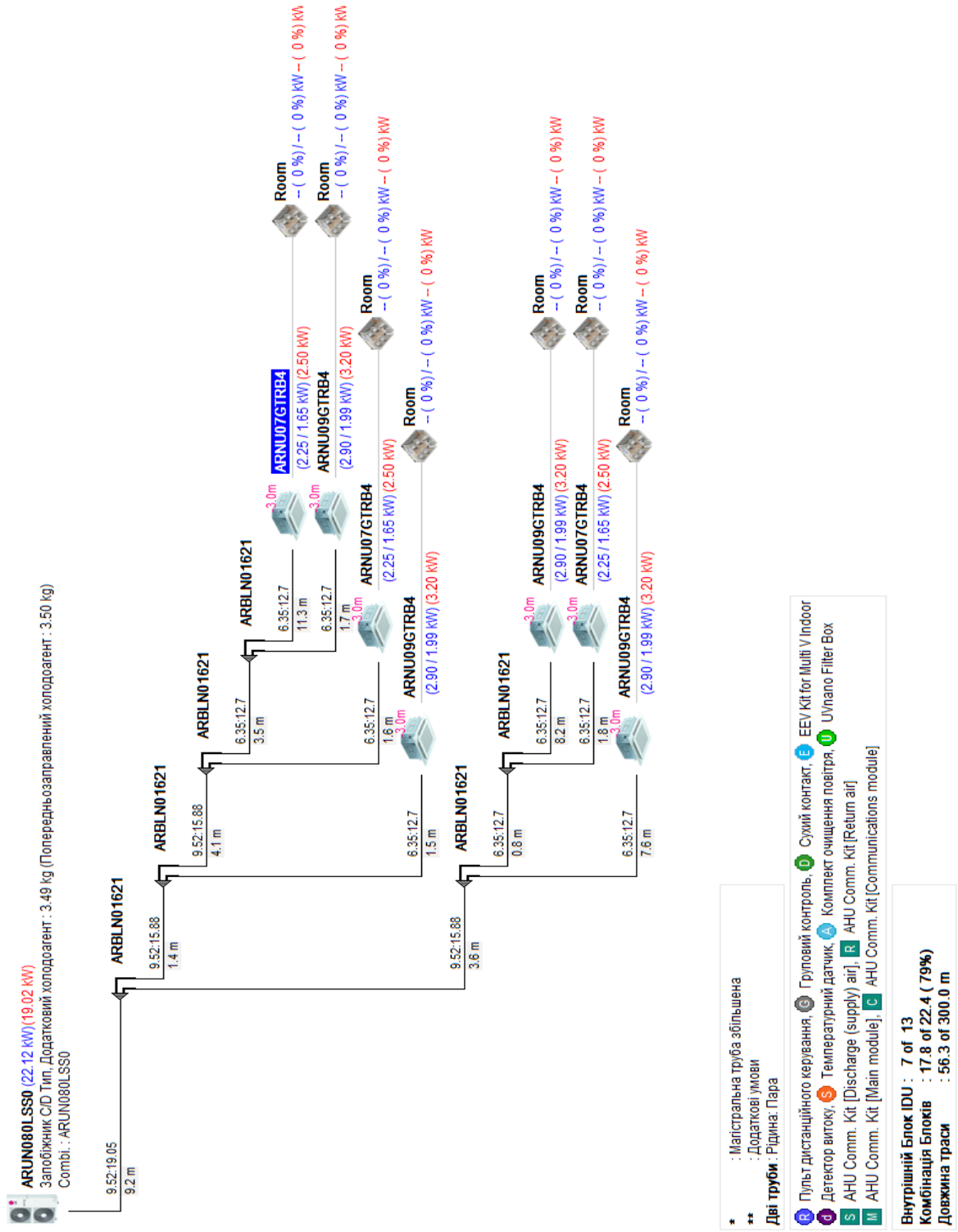
Для реалізації проекту було відібрано три двотрубні мультизональні системи кондиціонування, які забезпечують оптимальне поєднання ефективності, компактності та функціональності. У якості зовнішніх блоків обрано моделі з серії Mini (мал.1), що оснащені боковим викидом повітря. Ці блоки було вибрано з урахуванням невеликої загальної потужності кожної з систем, що робить їх ідеальним рішенням для задач, які вимагають компактності і надійності. Для внутрішніх блоків використані 4-поточні касетні моделі (мал.2), які забезпечують рівномірний розподіл повітря у приміщенні. Завдяки своєму сучасному дизайну та функціональним характеристикам, ці блоки не тільки ефективно охолоджують і обігрівають простір, але й органічно інтегруються в інтер’єр, забезпечуючи комфорт і естетику.

У документі представлені результати аналізу та підбору обладнання, виконані за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення для проектування систем кондиціонування. У звіті наведені детальні дані щодо кожної з трьох мультизональних систем кондиціонування, зокрема їх технічні характеристики, параметри роботи та рекомендації щодо використання.

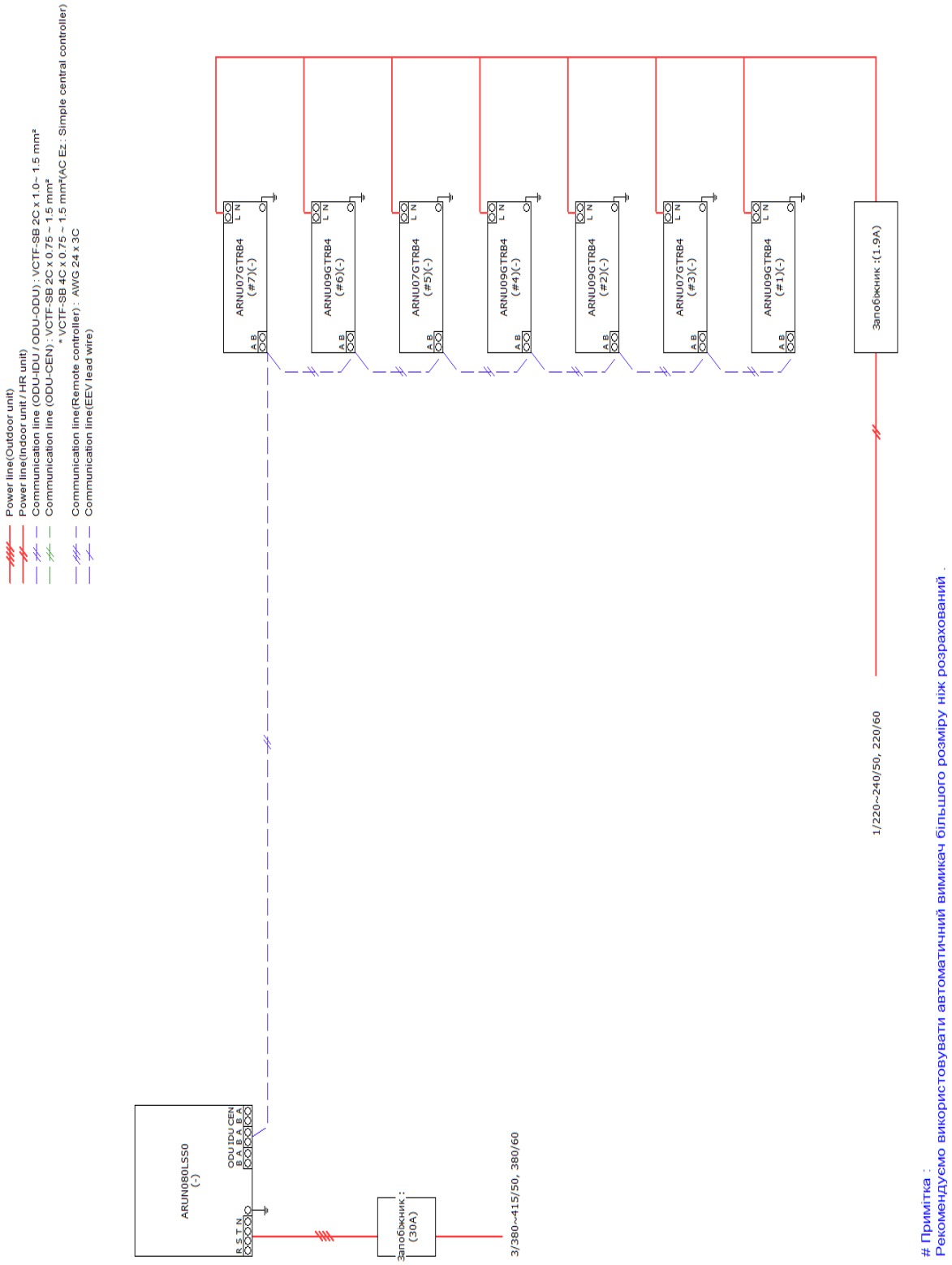
Окрім цього, до звіту додано електричні схеми для кожної із систем. Ці схеми містять інформацію про з'єднання компонентів, схеми підключення зовнішніх і внутрішніх блоків, а також рекомендації щодо організації електроживлення. Такий підхід дозволяє забезпечити зручність монтажу та

подальшої експлуатації систем, гарантуючи їхню надійну роботу в умовах експлуатації.

Система К1

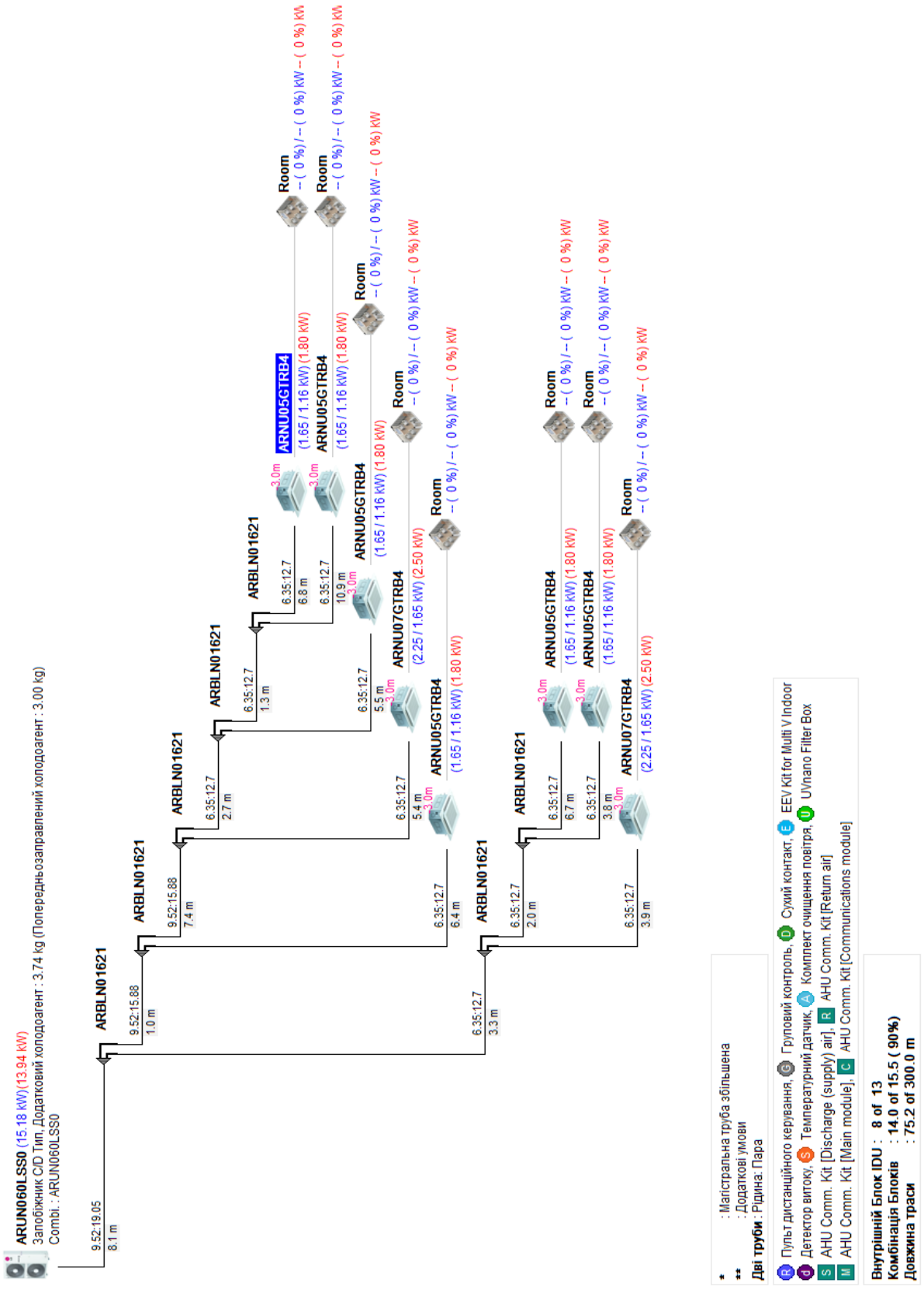


Дерево системи К1 (мал.13)

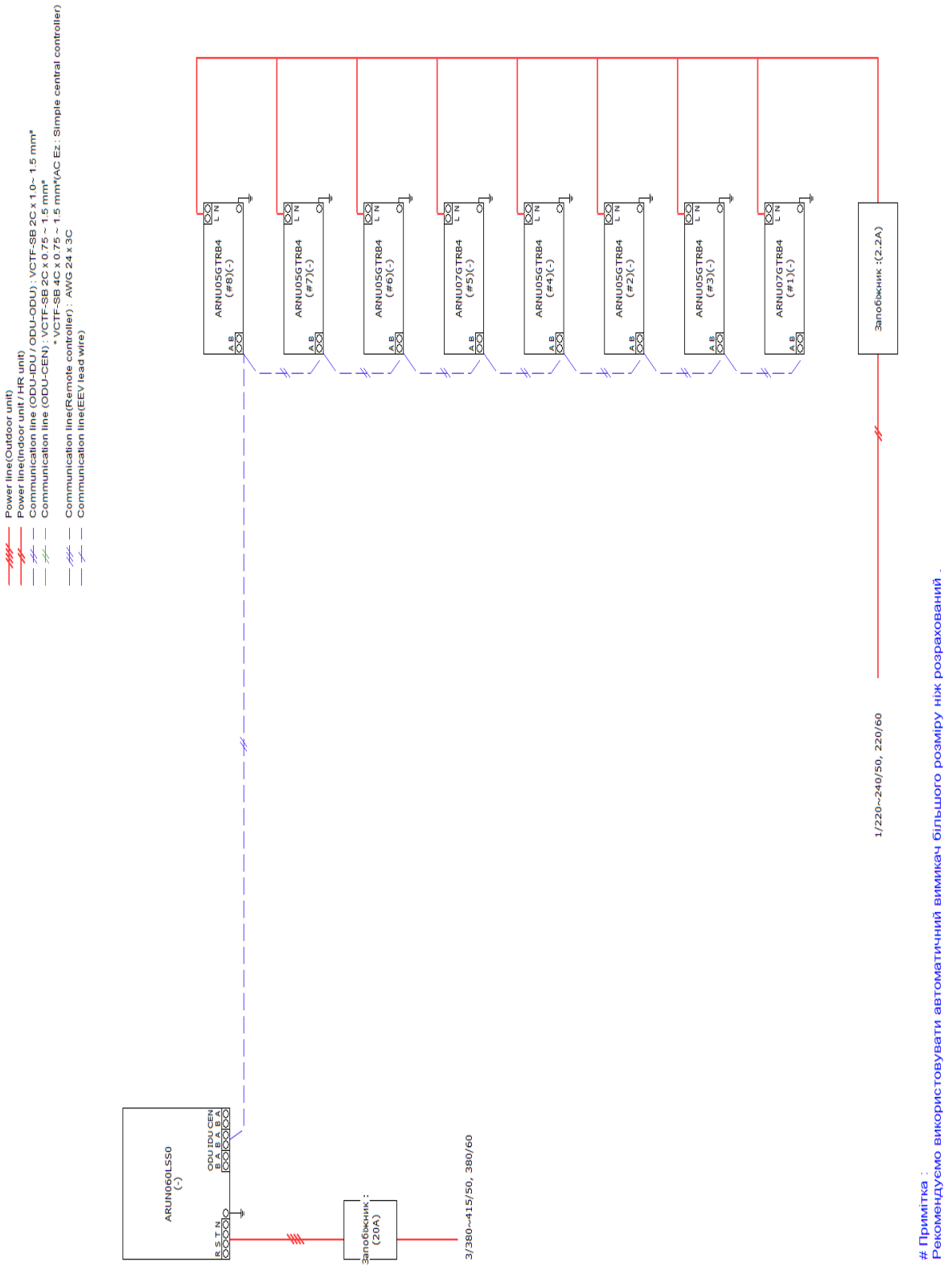


Електрична схема системи К1 (мал.14)

Система К2

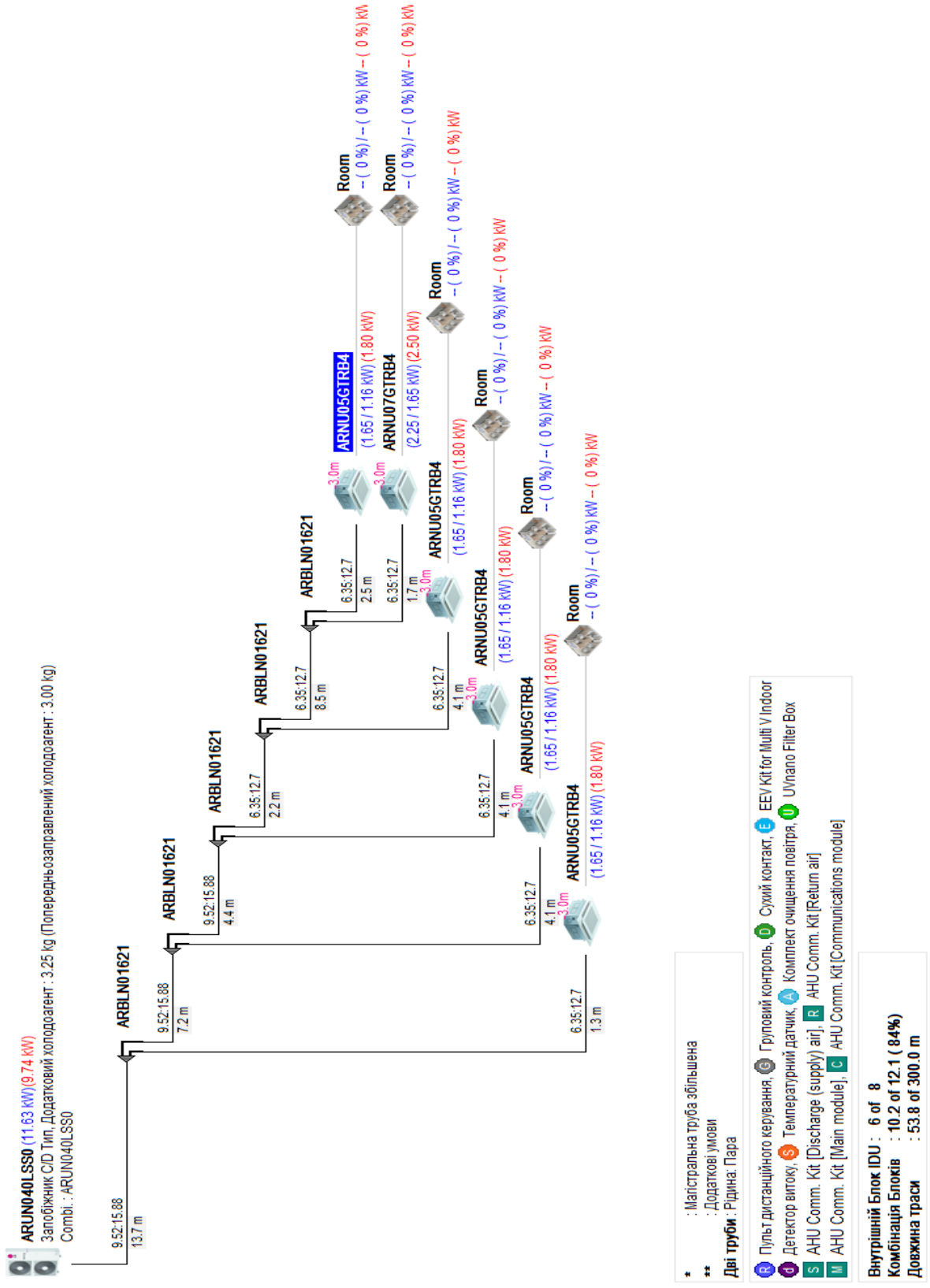


Дерево системи К2 (мал.15)

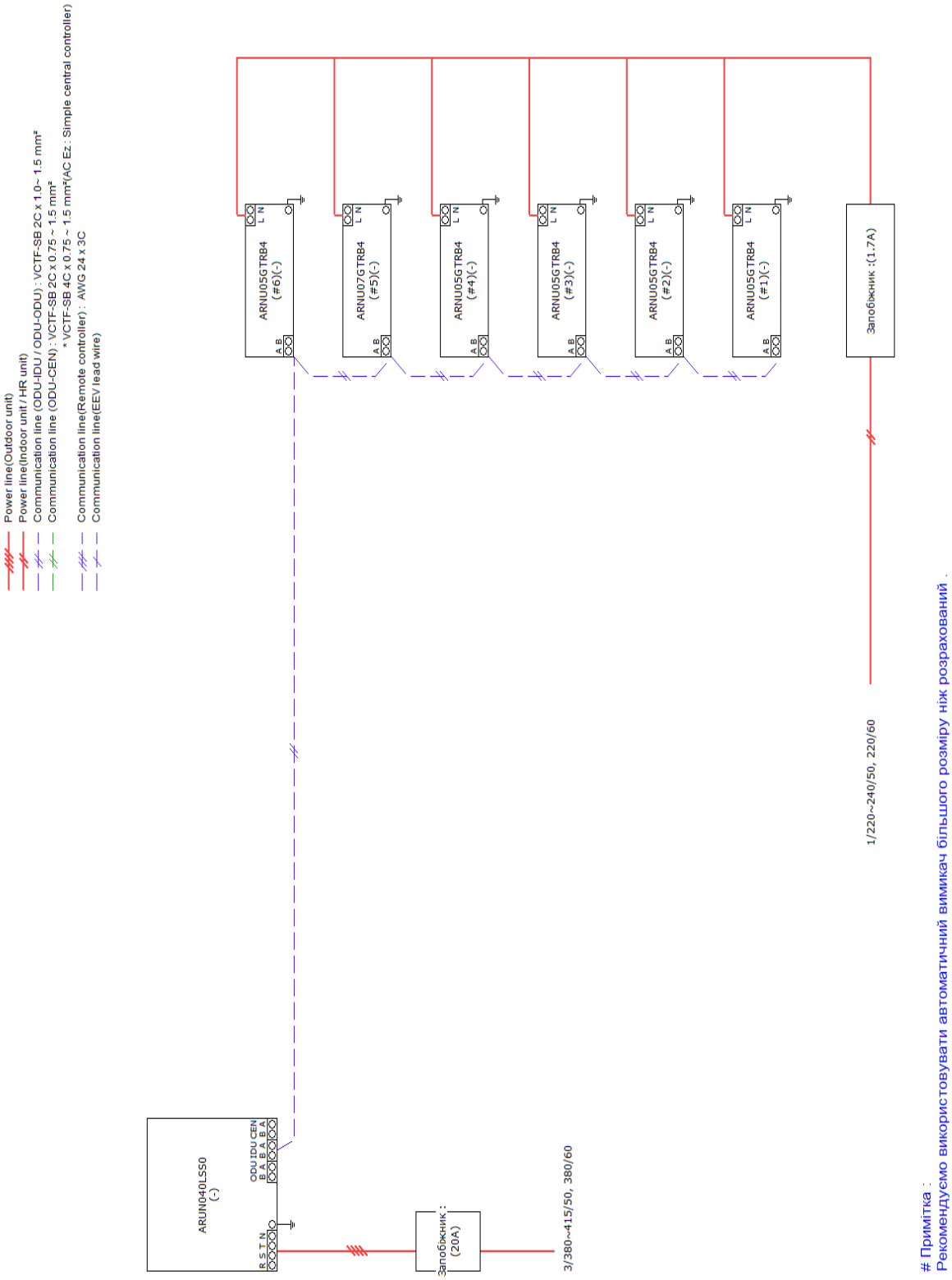


Електрична схема К2 (мал.16)

Система К3



Дерево системи К3 (мал.17)



Електрична схема системи К3 (мал.18)

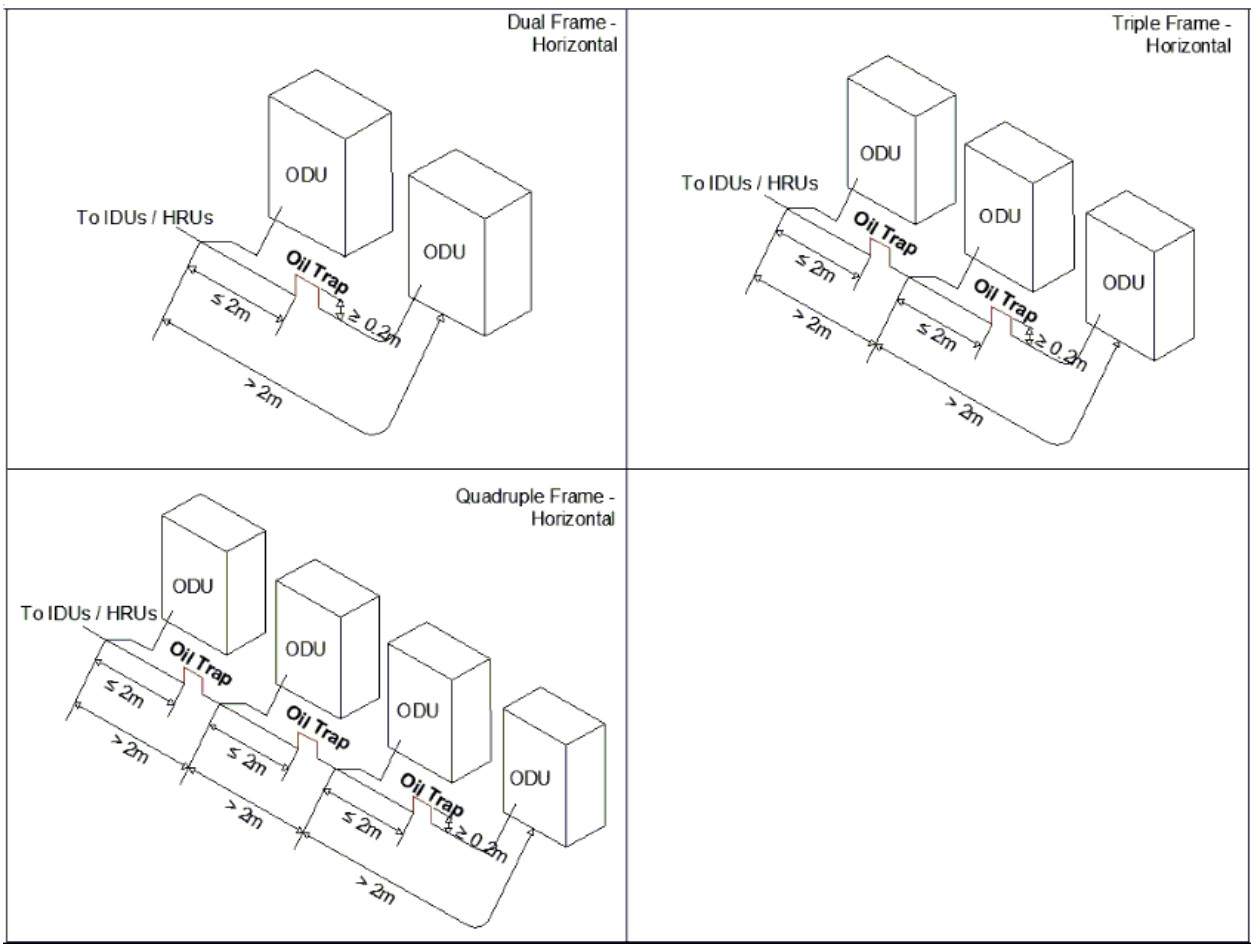


Схема розташування зовнішніх блоків (мал.19)

Двотрубні мультизональні системи кондиціонування, розглянуті в даному проекті, є цілком гідним вибором для вирішення поставлених задач. Вони мають низку переваг, таких як надійність, доступність і відносна простота реалізації. Однак варто зазначити, що ці системи не є ідеальним варіантом для всіх вимог проекту.

Альтернативним, більш ефективним і гнучким рішенням може стати використання тритрубної мультизональної системи кондиціонування. Такі системи забезпечують значно більшу функціональність, включаючи можливість одночасного охолодження та обігріву в різних зонах. Проте це питання потребує окремого детального розгляду, який буде представлений пізніше, у розділі 6.

4.СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ

4.1 Система вентиляції

Система вентиляції в приміщеннях спроектована як припливно-витяжна з механічним спонуканням фірми Vents, що забезпечує необхідний повітрообмін відповідно до вимог ДБН В.2.2-10:2017, технологічного завдання та проведених розрахунків. Основні характеристики вентиляційного й опалювального обладнання наведені в спеціальній таблиці.

Характеристики опалювально-вентиляційних систем (табл.3)

Позн. систем	Кіл. сис-тем	Найменування обслуговуємого приміщення	Тип установки, агрегату	Вентилятор				Електродвигун			
				Тип	№	L, м³/час	P, Па	N, кВт	n, об/мин	Рівень звуку dB(A)	Клас захисту
ПВ1	1	Перший поверх	AV 04	напольна		2165/1185	400	1.73	2917	58	-
ПВ2	1	Мала операційна	AV 02	напольна		1100/880	370	1.42	1500	-	-
П1	1	Підвал	AV 04	напольна		1990	280	1.04	1915	45	-
В1	1	Підвал	Вентс ВКВ 4Д 355	напольна		1240	180	0,75	2870	53	-
В2	1	Основне приміщення	Вентс ВКВ 2Е 220	напольна		250	110	0,264	2870	58	-
В3	1	Основне приміщення	Вентс ВКВ 4Е 250	напольна		200	105	0,264	2870	58	-
В4	1	Основне приміщення	Вентс ВКВ 2Е 220	напольна		500	150	0,75	2870	58	-
В5	1	Основне приміщення	Вентс ВКВ 2Е 220	напольна		540	105	0,75	2870	58	-
В6	1	Основне приміщення	Бust-I 200	підвісна		475	100	0,48	2870	37	-
В7	1	Інфекційний блок	Вентс Стрим 100/125	підвісна		125	50	0,48	2870	24	

Повітронагрівач				Повітроохолоджувач				Рекуператор	Фільтр
Тип	Температура нагреву, °С		Витрата тепла, кВт	Тип	Температура охолодження, °С		Витрата холода, кВт	Тип	Клас очистки
	від	до			від	до			
–	-23.0	+20.0	22,62	–	–	–	–	Пластинчатий з протифазною	M5, F7, F9
–	-23.0	+20.0	9,38	–	–	–	–	Пластинчатий з протифазною заслонкою	M5, F7, F9 H14
–	-23.0	+20.0	29,48	–	–	–	–	–	M5, F7, F9
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Особливості системи:

1. **Розподіл систем вентиляції:**
   - Для операційної кімнати передбачена окрема система вентиляції.
   - Кожен поверх має власну вентиляційну систему.
   - Санітарні вузли кожного поверху, а також комори, оснащені окремими витяжними системами, вентилятори яких розташовані на покрівлі.
2. **Розміщення обладнання:**
   - Припливні установки виконані в гігієнічному виконанні.
   - Припливно-витяжні установки ПВ1, ПВ2, а також припливна установка П1 встановлюються у венткамері, розташованій у підвальному приміщенні існуючого корпусу.
   - Установка ПВ1 забезпечує приплив і витяжку повітря для першого поверху.
   - Установка ПВ2 обслуговує зону малої операційної на першому поверсі.
3. **Розподіл і очищення повітря:**
   - Повітрообмін спроєктований таким чином, щоб уникнути переміщення повітря з більш забруднених приміщень у менш забруднені, забезпечуючи різні санітарно-гігієнічні умови залежно від класу чистоти приміщення.
   - Розподіл повітря здійснюється через дифузори, встановлені у підвісних стелях. Вони підключені до мережі повітропроводів, що забезпечують приплив і витяжку.
   - Для адміністративних, побутових, допоміжних приміщень та кабінетів лікарів передбачено триступеневе очищення припливного повітря (M5, F7, F9) та двоступеневе очищення витяжного (F9).

- Для операційних системи очищення включають чотири рівні: M5, F7, F9 у припливній частині установки і H14 у припливних дифузорах (виробництва «Trox»). Витяжне повітря фільтрується через H11 та F9.

4. **Розподіл повітря в приміщеннях:**
   - У приміщення операційного блоку повітря подається у верхню зону, а видаляється з верхньої (40%) і нижньої зон (60%). Це забезпечує оптимальний повітрообмін і контроль забруднень.
5. **Матеріали і монтаж:**
   - Повітропроводи виготовляються з оцинкованої сталі класу щільності «В», переважно прямокутного перерізу, щоб зберегти висоту приміщення.
   - У місцях відгалужень встановлюються дросель-клапани для регулювання потоків повітря.
   - На перетинах приміщень різної категорійності монтуються протипожежні клапани.
6. **Обслуговування фільтрів:**
   - Термін служби фільтрів визначається за зниженням їх пропускної здатності.
   - Демонтаж і заміну забруднених фільтрів проводять спеціалізовані організації з відповідними ліцензіями. Персонал, що виконує ці роботи, повинен використовувати засоби індивідуального захисту.
7. **Витяжні системи:**
   - Витяжні установки обладнані даховими вентиляторами, які розміщуються на покрівлі для ефективного виведення повітря.

Такий комплексний підхід забезпечує ефективну та безпечну вентиляцію, що відповідає суворим вимогам медичних установ.

Заходи по зниженню шуму

Для запобігання попадання шуму в приміщення від систем вентиляції проектом передбачені наступні заходи:

- вентиляційне обладнання розміщується в звукоізольованих приміщенні венткамери на технічному

поверсі, та на покрівлі.

- обладнання припливних і витяжних систем, обладнання систем холодопостачання вибрано з низьким

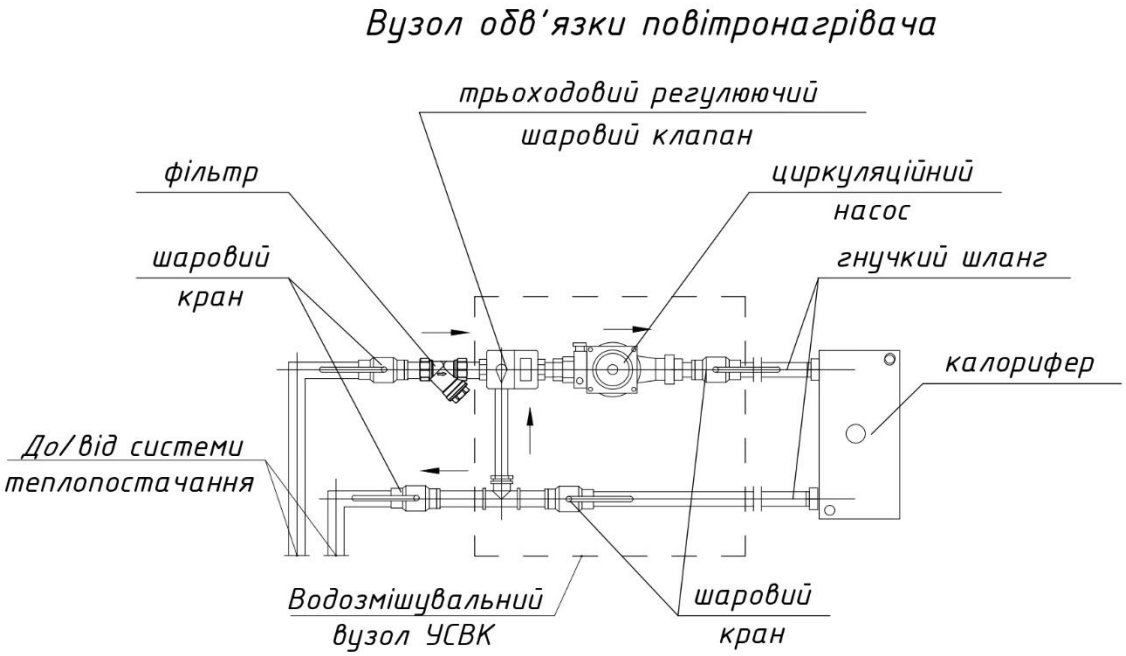
рівнем шуму;

- після припливних систем, а так само до і після витяжних вентиляторів проектом передбачена

установка шумоглушників;

- припливні установки мають шумову захист - ізольований корпус;

- вентилятори витяжні і припливні установок з'єднуються з повітроводами через гнучкі вставки;



Вузол обв'язки повітронагрівача(калорифера) (мал.20)

4.2 Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції

Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції (табл. 4)

Аеродинамічний розрахунок системи ПВ1

№ділянки	м3/год	м3/с	довж. l, м	кругліх d, мм	F, м2	A	B	dэ=2AB/(A+B)	швидкість v, м/с	pw2/2	RE	λ	на 1 м R	на всій ділянці Rl	сума E	Z	Rl+Z	E(Rl+Z)
Припливи ПВ1																		
1,0	1377,0	0,4	12,0		0,18	500,0	350,0	0,4	2,2	3,1	57324,8	0,021	0,2	1,9	2,1	6,5	8,4	608,4
2,0	2754,0	0,8	13,0		0,21	600,0	350,0	0,4	3,6	8,6	102581,3	0,019	0,4	4,8	0,6	5,2	10,0	618,4
3,0	5334,0	1,5	14,0		0,35	700,0	500,0	0,6	4,2	11,6	157289,5	0,017	0,3	4,8	0,6	7,0	11,8	630,2
4,0	6274,0	1,7	15,0		0,40	800,0	500,0	0,6	4,4	12,3	170776,9	0,017	0,3	5,1	0,5	5,5	10,6	640,8
5,0	7079,0	2,0	16,0		0,45	900,0	500,0	0,6	4,4	12,4	178925,3	0,017	0,3	5,2	3,0	37,1	42,3	683,1
Відгалудження 1-1																		
2,0	1315,0	0,4	5,7		0,18	500,0	350,0	0,4	2,1	2,8	54743,8	0,022	0,1	0,8	2,0	5,7	6,5	6,5
3,0	2630,0	0,7	15,0		0,21	600,0	350,0	0,4	3,5	7,8	97962,5	0,019	0,3	5,1	2,0	15,7	20,8	27,3
Витяжка ПВ1																		
1,0	1177,0	0,3	1,7		0,14	400,0	350,0	0,4	2,3	3,5	55532,0	0,022	0,2	0,3	2,0	7,1	7,4	7,4
2,0	2354,0	0,7	2,7		0,18	500,0	350,0	0,4	3,7	9,1	97997,6	0,019	0,4	1,1	2,0	18,1	19,3	26,7
3,0	4199,0	1,2	3,7		0,27	600,0	450,0	0,5	4,3	12,1	141509,1	0,018	0,4	1,5	2,0	24,2	25,7	52,4
4,0	6829,0	1,9	4,7		0,40	800,0	500,0	0,6	4,7	14,6	185883,8	0,017	0,4	1,9	2,0	29,2	31,0	83,4
5,0	7819,0	2,2	5,7		0,45	900,0	500,0	0,6	4,8	15,1	197629,2	0,016	0,4	2,2	5,0	75,5	77,7	161,2
Відгалудження 1-1																		
1,0	1315,0	0,4	5,7		0,18	500,0	350,0	0,4	2,1	2,8	54743,8	0,022	0,1	0,8	2,0	5,7	6,5	6,5
2,0	2630,0	0,7	15,0		0,21	600,0	350,0	0,4	3,5	7,8	97962,5	0,019	0,3	5,1	2,0	15,7	20,8	27,3
1,0	855,0	0,2	5,7	355,0	0,1			0,4	2,4	3,7	54283,3	0,022	0,2	1,3	5,0	18,7	20,0	20,0
2,0	1795,0	0,5	20,0		0,14	400,0	350,0	0,4	3,6	8,2	84689,8	0,020	0,4	8,8	5,0	41,1	49,9	69,9
1,0	1080,0	0,3	7,6		0,12	350,0	350,0	0,4	2,4	3,9	54595,1	0,022	0,2	1,8	3,0	11,7	13,5	13,5
2,0	1365,0	0,4	12,0		0,13	500,0	250,0	0,3	3,0	6,0	64402,0	0,021	0,4	4,5		0,0	4,5	18,0
3,0	2525,0	0,7	13,0		0,21	700,0	300,0	0,4	3,3	7,2	89348,9	0,020	0,3	4,4		0,0	4,4	22,4

Аеродинамічний розрахунок системи ПВ2

№ділянки	м3/год	м3/с	довж. l, м	круглих d, мм	F, м2	A	B	dэ=2AB/(A+B)	швидкість v, м/с	pw2/2	RE	λ	на 1 м R	на всій ділянці Rl	сума E	Z	Rl+Z	E(Rl+Z)
Приплив ПВ2																		
1,0	1512,5	0,4	12,0		0,21	600,0	350,0	0,4	2,0	2,6	56337,8	0,021	0,1	1,5	2,0	5,2	6,7	606,7
2,0	3025,0	0,8	13,0		0,24	600,0	400,0	0,5	3,5	7,9	107041,8	0,019	0,3	4,0	0,6	4,8	8,8	615,5
3,0	3715,0	1,0	2,7		0,28	700,0	400,0	0,5	3,7	8,8	119507,2	0,018	0,3	0,9	0,6	4,8	5,7	621,2
4,0	4295,0	1,2	2,0		0,32	700,0	450,0	0,5	3,8	9,3	132157,9	0,018	0,3	0,6	0,5	4,7	5,3	626,5
5,0	5712,5	1,6	84,0		0,40	800,0	500,0	0,6	4,0	10,2	155493,0	0,017	0,3	24,0	0,5	4,6	28,6	655,0
6,0	7130,0	2,0	84,0		0,48	800,0	600,0	0,7	4,1	11,0	180214,3	0,017	0,3	22,5	0,4	4,4	26,9	682,0
7,0	8070,0	2,2	84,0		0,52	800,0	650,0	0,7	4,3	12,1	196939,7	0,016	0,3	23,0	0,4	4,2	27,3	709,2
8,0	9015,0	2,5	9,0		0,56	800,0	700,0	0,7	4,5	13,0	212668,1	0,016	0,3	2,5	0,3	3,9	6,4	715,6
9,0	11065,0	3,1	7,6		0,68	900,0	750,0	0,8	4,6	13,4	237298,7	0,016	0,3	2,0	0,3	3,4	5,3	720,9
10,0	13600,0	3,8	1,5		0,80	1000,0	800,0	0,9	4,7	14,5	267358,7	0,015	0,2	0,4	0,2	2,9	3,3	724,2
11,0	13890,0	3,9	6,0		0,80	1000,0	800,0	0,9	4,8	15,1	273059,7	0,015	0,3	1,5	3,0	45,3	46,8	771,0
Відгалудження 1-1																		
1,0	650,0	0,2	7,6		0,12	350,0	350,0	0,4	1,5	1,4	32858,2	0,024	0,1	0,7	2,0	2,8	3,6	603,6
2,0	950,0	0,3	5,7	315,0	0,1			0,3	3,4	7,4	67973,8	0,021	0,5	2,8	0,6	4,5	7,3	610,8
3,0	1885,0	0,5	6,0		0,18	500,0	350,0	0,4	3,0	5,8	78473,0	0,020	0,3	1,7	0,6	3,5	5,2	616,0
4,0	2535,0	0,7	5,5		0,18	500,0	350,0	0,4	4,0	10,5	105532,7	0,019	0,5	2,7	0,6	6,3	9,0	625,0
5,0	1465,0	0,4			0,18	500,0	350,0	0,4	2,3	3,5	60988,3	0,021	0,2	0,0	3,0	10,5	10,5	635,5
Витяжка ПВ2																		
1,0	1008,0	0,3	8,0		0,10	400,0	250,0	0,3	2,8	5,1	54875,1	0,022	0,4	2,9	2,0	10,2	13,1	613,1
2,0	2016,0	0,6	9,0		0,20	500,0	400,0	0,4	2,8	5,1	79264,0	0,020	0,2	2,1	0,7	3,6	5,6	618,7
3,0	3024,0	0,8	10,0		0,24	600,0	400,0	0,5	3,5	7,9	107006,4	0,019	0,3	3,1	0,7	5,6	8,7	627,3
4,0	3714,0	1,0	11,0		0,27	600,0	450,0	0,5	3,8	9,5	125164,3	0,018	0,3	3,7	0,6	5,2	8,9	636,2
5,0	4294,0	1,2	12,0		0,32	700,0	450,0	0,5	3,8	9,3	132127,1	0,018	0,3	3,6	0,6	5,1	8,8	645,0
6,0	5611,0	1,6	13,0		0,36	800,0	450,0	0,6	4,3	12,2	158839,3	0,017	0,4	4,7	0,6	6,7	11,4	656,4
7,0	6928,0	1,9	14,0		0,40	800,0	500,0	0,6	4,8	15,0	188578,6	0,017	0,4	5,7	0,6	8,3	13,9	670,3
8,0	7578,0	2,1	15,0		0,45	900,0	500,0	0,6	4,7	14,2	191537,8	0,017	0,4	5,5	1,1	15,6	21,1	691,4
9,0	9458,0	2,6	16,0		0,60	1000,0	600,0	0,8	4,4	12,4	209173,7	0,016	0,3	4,3	0,6	6,8	11,1	702,5
10,0	10923,0	3,0	16,0		0,65	1000,0	650,0	0,8	4,7	14,1	234253,4	0,016	0,3	4,5	1,2	17,0	21,5	724,0
11,0	12923,0	3,6	4,0		0,80	1000,0	800,0	0,9	4,5	13,1	254049,7	0,015	0,2	0,9	0,6	7,2	8,1	732,1
12,0	13243,0	3,7	4,0		0,80	1000,0	800,0	0,9	4,6	13,7	260340,5	0,015	0,2	0,9	0,6	7,5	8,5	740,5
13,0	13583,0	3,8	4,0		0,80	1000,0	800,0	0,9	4,7	14,4	267024,5	0,015	0,2	1,0	2,0	28,9	29,8	770,4
Відгалудження 1-1																		
1,0	690,0	0,2	1,5	355,0	0,1			0,4	1,9	2,4	43807,5	0,023	0,2	0,2	2,0	4,9	5,1	605,1
2,0	1200,0	0,3	9,0		0,20	500,0	400,0	0,4	1,7	1,8	47180,9	0,022	0,1	0,8	0,7	1,3	2,1	607,2
3,0	2065,0	0,6	10,0		0,20	500,0	400,0	0,4	2,9	5,3	81190,5	0,020	0,2	2,4	2,0	10,7	13,1	620,2
Відгалудження 1-2																		
1,0	1900,0	0,5	17,0		0,08	400,0	200,0	0,3	6,6	28,2	112054,7	0,019	2,1	35,0	2,0	56,4	91,5	722,3
2,0	1550,0	0,4	18,0		0,13	500,0	250,0	0,3	3,4	7,7	73130,5	0,021	0,5	8,6	0,7	5,4	13,9	630,8
3,0	950,0	0,3	5,0		0,06	300,0	200,0	0,2	4,4	12,5	67232,8	0,021	1,1	5,6	0,9	11,3	16,9	616,9
Відгалудження 2-2																		
1,0	5700,0	1,6	1,0		0,45	900,0	500,0	0,6	3,5	8,0	144070,4	0,017	0,2	0,2	3,0	24,1	24,3	686,2
2,0	3500,0	1,0	1,0		0,30	600,0	500,0	0,5	3,2	6,8	112590,9	0,018	0,2	0,2	0,7	4,8	5,0	661,9
3,0	3000,0	0,8	16,0		0,25	500,0	500,0	0,5	3,3	7,2	106157,1	0,019	0,3	4,3	0,5	3,2	7,6	656,9
4,0	2500,0	0,7	16,0		0,20	500,0	400,0	0,4	3,5	7,8	98293,6	0,019	0,3	5,4	0,5	3,5	8,9	649,3
5,0	2000,0	0,6	16,0		0,16	400,0	400,0	0,4	3,5	7,8	88464,3	0,020	0,4	6,1	0,5	3,5	9,7	640,4
6,0	1500,0	0,4	16,0		0,12	400,0	300,0	0,3	3,5	7,8	75826,5	0,020	0,5	7,5	0,5	3,5	11,0	630,7
7,0	1080,0	0,3	16,0		0,09	300,0	300,0	0,3	3,3	7,2	63694,3	0,021	0,5	8,2	0,5	3,2	11,4	619,8
8,0	460,0	0,1	24,0	300,0	0,1			0,3	1,8	2,1	34559,3	0,024	0,2	4,1	2,0	4,2	8,3	608,3

Аеродинамічний розрахунок систем вентиляції (продовж. табл. 4)

5.СИСТЕМА ОПАЛЕННЯ

5.1 Система опалення

У проекті передбачається створення сучасної системи опалення, яка забезпечить комфортний мікроклімат у приміщеннях будівлі. Система опалення обрана горизонтальною, двотрубною, тупиковою, із прокладанням трубопроводів під стелею підвального приміщення. Для зменшення теплових втрат усі трубопроводи будуть оснащені ізоляцією.

Особливості системи опалення:

1. **Опалювальні прилади**

Як основні елементи обігріву приміщень заплановано використання сталевих панельних радіаторів бренду "Purmo". У приміщеннях із підвищеними гігієнічними вимогами передбачено встановлення спеціальних радіаторів у гігієнічному виконанні. Для підвищення енергоефективності кожен радіатор буде обладнано термостатичними клапанами RA-VD із автоматичним регулятором витрати теплоносія. Крім того, на нагрівальних приладах будуть встановлені регулювальні клапани із вбудованими дренажними кранами, що спрощує їхнє обслуговування та регулювання. Усі арматурні елементи для радіаторів запроектовані відомого виробника Danfoss.

З метою зменшення теплових втрат за радіаторами на стінах будуть змонтовані спеціальні тепловідбивні екрани. Ці екрани допоможуть ефективніше спрямовувати тепло у приміщення, запобігаючи його втратам через зовнішні стіни.

2. **Матеріали трубопроводів**

Система трубопроводів буде виконана із застосуванням комбінованих матеріалів. Основні магістралі запроектовано із сталевих труб відповідно до стандарту ГОСТ 3262-75, які мають високу міцність і довговічність. Відгалуження до опалювальних приладів і підводки до радіаторів будуть

виконані з поліетиленових труб "Rehau" RAUTITAN Pink, які вирізняються зручністю монтажу, надійністю та стійкістю до корозії.

Прокладання трубопроводів передбачено з ухилом не менше 0,002, що дозволить забезпечити належний відвід повітря і злив теплоносія.

3. **Системи видалення повітря та зливу води**

Для видалення повітря із системи опалення передбачено встановлення кранів для випуску повітря на кожному нагрівальному приладі. У верхніх точках системи будуть розташовані автоматичні повітровідвідники, які забезпечать безперебійну роботу системи без утворення повітряних пробок. У нижніх точках системи встановлюються зливні крани, що дозволяють швидко та зручно злити теплоносій під час технічного обслуговування або ремонту.

4. **Ізоляція трубопроводів**

Усі трубопроводи системи опалення будуть ізольовані теплоізоляційним матеріалом зі спіненого пінополіетилену марки K-flex ST товщиною 13 мм. Це рішення дозволить значно знизити теплові втрати та підвищити загальну енергоефективність системи.

5. **Індивідуальний тепловий пункт (ІТП)**

У підвальному приміщенні будівлі запроектовано встановлення індивідуального теплового пункту (ІТП), який буде підключений до теплової мережі за незалежною схемою. У ІТП буде передбачено монтаж наступного обладнання:

- Відключаюча та балансувальна арматура, яка забезпечує регулювання і перекриття подачі теплоносія.
- Грязьовики та фільтри для очищення теплоносія від механічних домішок, що продовжує термін служби обладнання.

- Вимірювальні прилади для контролю параметрів системи, таких як температура, тиск та витрата теплоносія.

6. **Параметри системи**

Робочі параметри системи опалення передбачають температуру теплоносія в подаючому і зворотному трубопроводах на рівні 80-60°С. Ці ж параметри будуть підтримуватися в системі теплопостачання калориферів припливних вентиляційних установок.

7. **Монтажні роботи**

Монтаж обладнання буде виконаний відповідно до технічної документації, інструкцій з експлуатації та паспортів заводів-виробників. Дотримання цих вимог гарантує надійність роботи системи, а також її відповідність усім нормативним стандартам.

Проектна система опалення є сучасним, надійним і енергоефективним рішенням, яке враховує всі необхідні технічні вимоги для забезпечення комфортних умов у будівлі.

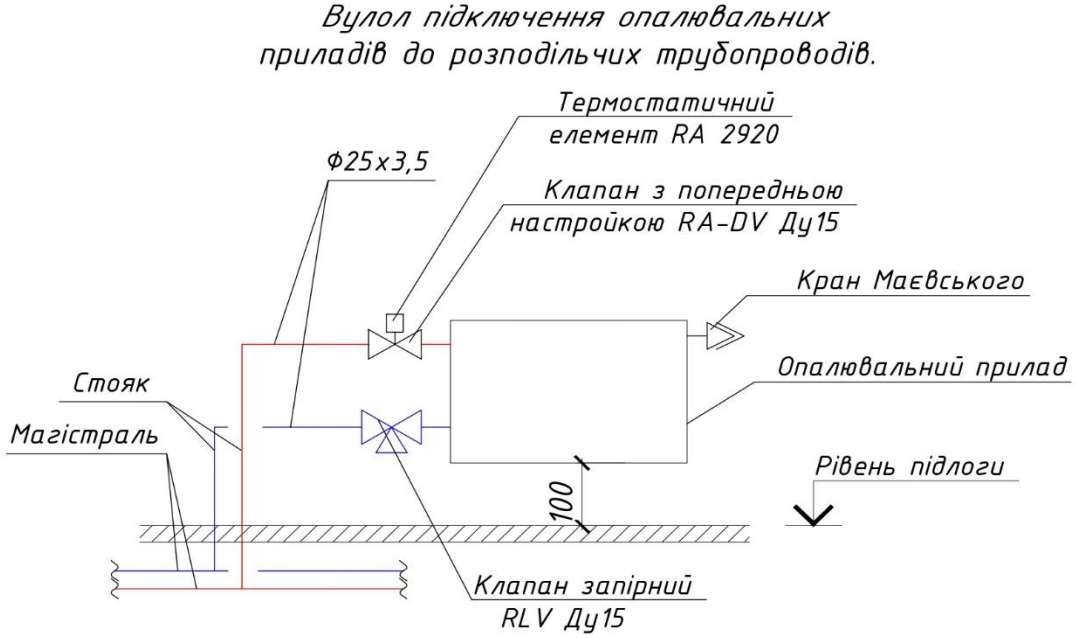
Для забезпечення ефективного обігріву приміщень у проєктній системі опалення використовуються сучасні сталеві панельні радіатори, які зарекомендували себе як надійні та енергоефективні опалювальні прилади. Усі радіатори мають бокове підключення, що забезпечує зручність у монтажі та гармонійно вписується в загальний інтер’єр приміщень.

Основними моделями обрано панельні радіатори серії **С22(мал. 7,8)** бренду **Purmo** , які відзначаються високою тепловою потужністю та оптимально підходять для використання в житлових, адміністративних і службових зонах.

Вони поєднують сучасний дизайн із технічними характеристиками, що забезпечують рівномірний розподіл тепла та комфортний мікроклімат.

Крім того, у приміщеннях із підвищеними вимогами до санітарної гігієни, таких як медичні кабінети, стерильні зони та лабораторії, заплановано використання радіаторів спеціального гігієнічного виконання серії **FH22(мал. 9,10)** відомого бренду **Purmo**. Ці радіатори мають гладку поверхню, що полегшує очищення та знижує ризик накопичення пилу і бактерій. Їх конструкція відповідає суворим санітарним нормам і стандартам, що є особливо важливим для забезпечення безпеки в медичних установах.

Обидві моделі радіаторів поєднують у собі довговічність, надійність та естетичний вигляд, що дозволяє їм відповідати найвищим стандартам якості та ефективно виконувати свої функції в різних типах приміщень.



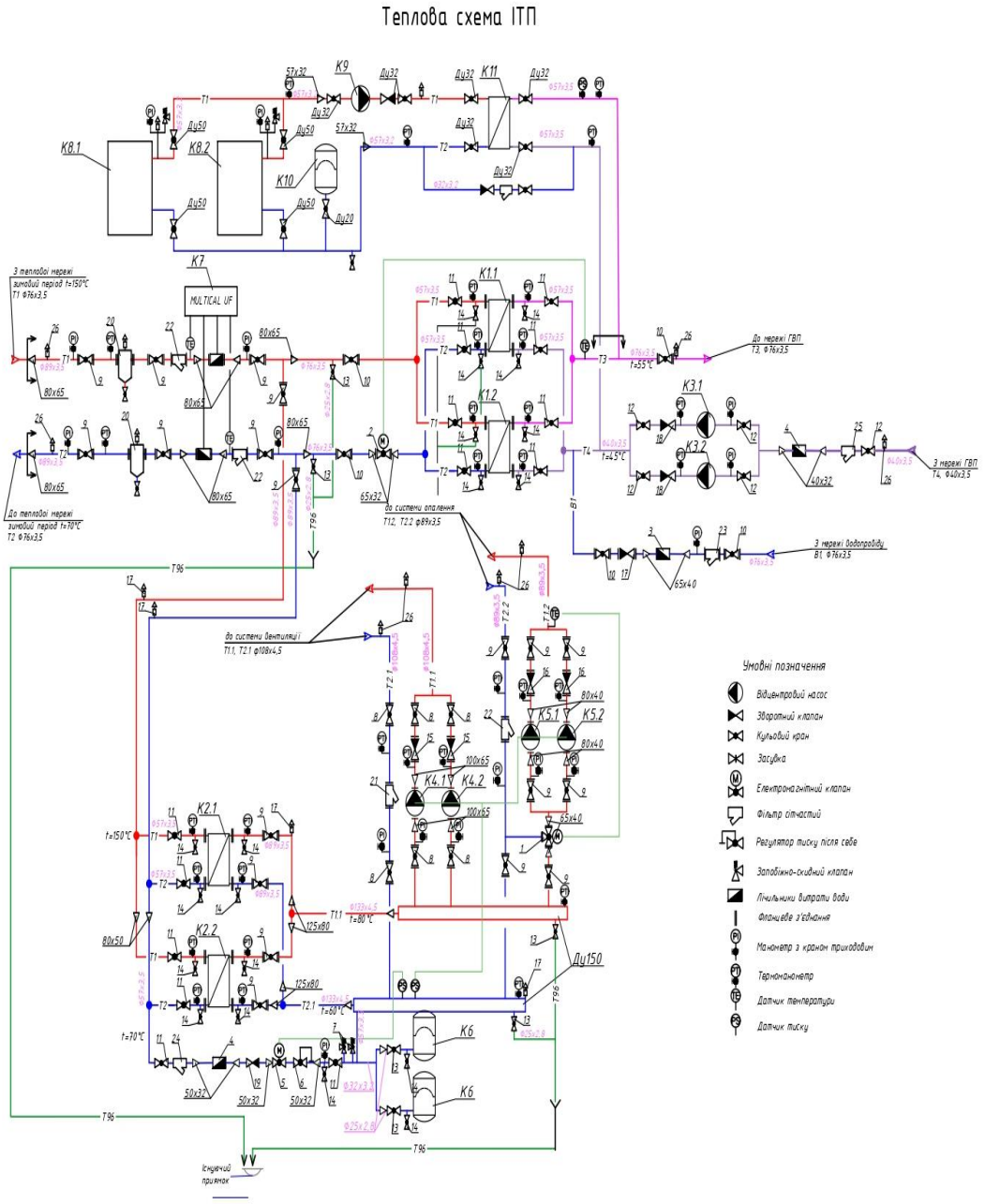
Вузол підключення опалювальних приладів до розподільчих трубопроводів (мал.21)

5.2 Індивідуальний тепловий пункт (ІТП)

У проекті передбачається створення індивідуального теплового пункту (ІТП), який буде слугувати основним джерелом теплопостачання для двоповерхової будівлі приймального відділення невідкладної допомоги Київської Клініки №1. Концепція цього теплового пункту враховує особливості будівлі, що складається з підвального приміщення та першого поверху, забезпечуючи повноцінне обігрівання всіх приміщень відповідно до їх функціонального призначення.

ІТП розроблено з метою забезпечення стабільного і надійного теплопостачання, необхідного для комфортної роботи персоналу та перебування пацієнтів. Він стане ключовим елементом системи опалення, яка враховує високі вимоги до енергоефективності та регулювання теплових параметрів у будівлі. Це рішення відповідає сучасним стандартам проектування теплових мереж і спрямоване на раціональне використання енергоресурсів.

Розміщення теплового пункту в підвальному приміщенні передбачено з метою оптимального використання простору будівлі. Його проектування здійснюється з урахуванням усіх необхідних вимог для обслуговування критично важливого приймального відділення, де безперебійне теплопостачання відіграє важливу роль у забезпеченні стабільної роботи медичного закладу.



Теплова схема ІТП (мал.22)

5.2.1 Склад ІТП

Кожен індивідуальний тепловий пункт (ІТП) проєктується з урахуванням специфіки джерела теплопостачання, особливостей будівлі та потреб системи опалення й гарячого водопостачання. ІТП має власну схему підключення, яка формується відповідно до заданих параметрів та вимог.

Сучасні індивідуальні теплові пункти — це високотехнологічні системи, що забезпечують ефективне управління тепловими ресурсами. Вони складаються з декількох ключових компонентів, які виконують різноманітні функції:

1. **Опалювальний контур**

Цей контур забезпечує підтримання стабільного температурного режиму в системі опалення. Завдяки температурним датчикам система постійно контролює та регулює параметри теплоносія, що дозволяє досягти енергоефективності та комфорту у приміщеннях.

2. **Контур гарячого водопостачання**

Призначений для постачання гарячої води до споживачів. Його робота спрямована на забезпечення постійної температури та безперебійного постачання гарячої води, що є важливим для медичних закладів.

3. **Пластинчасті теплообмінники**

У конструкції ІТП використовуються сучасні пластинчасті теплообмінники — як розбірні, так і паяні. Вони забезпечують ефективну передачу тепла між системами, зменшують теплові втрати та дозволяють гнучко налаштовувати роботу пункту.

4. **Насосна станція**

Цей елемент відповідає за циркуляцію теплоносія в системі. Насоси забезпечують рівномірний розподіл рідини по трубопроводах і доставку її до кінцевих споживачів.

5. **Вузол підготовки рідини**

Цей блок призначений для підготовки теплоносія або води, що подаються в систему, відповідно до встановлених стандартів якості.

6. **Підсистема автоматичного регулювання**

Забезпечує автоматичний контроль температури, об’єму теплоносія та води. Завдяки цій підсистемі система може адаптуватися до змін у споживанні тепла або гарячої води.

7. **Регулятор теплового потоку**

До складу цього вузла входять електронний регулятор з датчиками та клапан з електроприводом. Разом вони забезпечують точне керування потоком теплоносія для оптимізації роботи системи.

Основні завдання ІТП:

Сучасний індивідуальний тепловий пункт виконує ряд важливих функцій, які забезпечують безпеку, ефективність і стабільну роботу системи теплопостачання:

- **Облік енергоресурсів:** Моніторинг та підрахунок витрати теплоносія та спожитої теплової енергії для контролю ефективності системи.
- **Вимкнення системи теплопостачання:** Передбачено механізм відключення у разі аварійних ситуацій або під час проведення ремонтних робіт.
- **Захист від перевищення параметрів:** Система реагує на раптові стрибки температури чи тиску теплоносія, запобігаючи пошкодженням обладнання.
- **Контроль і налаштування параметрів:** Постійне відстеження та коригування температури, тиску та витрати води в системі.

- **Розподіл теплоносія:** Забезпечення рівномірного постачання тепла або гарячої води по всіх трубопроводах відповідно до потреб споживачів.
- **Перетворення типу теплоносія:** Трансформація характеристик теплоносія (наприклад, нагрівання води) для подачі до кінцевого споживача.

Таким чином, ІТП є критично важливим компонентом сучасних теплопостачальних систем. Завдяки своїй багатофункціональності та автоматизації, він дозволяє ефективно керувати тепловими ресурсами, знижувати енергоспоживання та забезпечувати стабільність теплопостачання навіть у складних умовах експлуатації. До автоматизації ІТП перейдемо зовсім скоро.

5.2.2 Опис ІТП

Для забезпечення відповідності температурного графіка нормативним вимогам у проекті передбачено встановлення розділювальних теплообмінників. Вони виконують функцію передачі теплової енергії між контурами, що дозволяє регулювати температуру теплоносія відповідно до стандартів і забезпечувати ефективну роботу системи.

Подача теплоносія в систему опалення здійснюється з урахуванням погодозалежного регулювання, реалізованого за допомогою триходового клапана. Ця технологія дозволяє автоматично адаптувати температуру теплоносія до умов зовнішнього середовища, забезпечуючи оптимальний баланс між комфортом і енергоефективністю.

Для безперебійної циркуляції теплоносія у системі передбачено встановлення двох мережевих насосів моделі **Grundfos Magna3 40-150F**, оснащених частотними перетворювачами. Один насос працює у робочому режимі, тоді як інший знаходиться в резерві, що гарантує стабільність роботи системи у разі технічного обслуговування або несправності основного насоса.

Статичний тиск у системі теплопостачання підтримується за допомогою розширювальних баків закритого типу ємністю по 300 літрів виробництва фірми **Zilmet**. Ці баки компенсують об’ємні зміни теплоносія, що виникають при нагріванні, запобігаючи перевищенню допустимого рівня тиску та забезпечуючи стабільність роботи системи.

Для регулювання тиску в системі передбачено встановлення регулятора тиску типу "після себе", який забезпечує стабілізацію тиску в трубопроводах після його зниження до заданого рівня. Контроль кількості підживлювальної води здійснюється за допомогою крильчатого лічильника, який фіксує витрату води в реальному часі.

Для запобігання аварійним ситуаціям, пов'язаним із перевищенням тиску понад максимально допустиме значення, у проекті передбачено встановлення двох запобіжних клапанів, налаштованих на тиск у 6 бар. Це забезпечує надійний захист трубопровідної системи від можливих пошкоджень.

Облік поставленої теплової енергії виконується за допомогою теплолічильника **"MULTICAL UF"**, який встановлюється у тепловому пункті. Лічильник обладнаний витратомірами на подаючому та зворотному трубопроводах, а також датчиками температури, що забезпечують точний контроль параметрів теплоносія у системі.

На зворотному трубопроводі передбачено встановлення додаткового запобіжного клапана для захисту мережі опалення від надмірного підвищення тиску, яке може виникнути у процесі роботи системи.

Для видалення повітря з системи теплопостачання у верхніх точках встановлено автоматичні повітровідвідники. Вони забезпечують ефективне видалення повітря, що накопичується, та підтримують стабільну роботу системи без утворення повітряних пробок.

Для проектування індивідуального теплового пункту були попередньо виконані розрахунки навантажень на системи опалення та вентиляції. Ці розрахунки дозволили визначити оптимальні параметри обладнання, необхідного для забезпечення ефективної роботи всіх систем теплопостачання в будівлі.

Відповідно до технічного завдання, управління гріючим контуром системи гарячого водопостачання здійснюється за допомогою сучасного контролера **Comfort110 Danfoss**, який забезпечує точне регулювання та підтримання заданих параметрів.

Для управління контуром опалення передбачено використання погодозалежної системи, яка автоматично регулює температуру теплоносія залежно від зовнішніх погодних умов. Управління цим контуром здійснюється через контролер **Latherm HZR Comfort**, конфігурація 8, що забезпечує високу точність налаштувань і стабільність роботи системи.

У мережах управління застосовується кабель марки **ВВГнг**, який має негорючу полівінілхлоридну ізоляцію, що не виділяє диму і не підтримує горіння. Такий кабель відповідає сучасним вимогам пожежної безпеки та надійності.

Прокладання мереж управління здійснюється разом із силовими мережами у металевих лотках, що забезпечує їх додатковий захист і компактність монтажу. Це рішення дозволяє ефективно організувати кабельні траси, зберігаючи естетику та функціональність.

5.2.3 Автоматизація ІТП

Автоматизація індивідуального теплового пункту є ключовим елементом для ефективного управління тепловими ресурсами, забезпечення комфортного мікроклімату та оптимізації витрат енергії. Завдяки впровадженню автоматичних систем управління всі процеси в ІТП виконуються автоматично або з мінімальним втручанням оператора.

Основні завдання автоматизації ІТП:

1. **Управління температурою теплоносія**:
    - Регулювання температури в залежності від погодних умов (погодозалежне управління).
    - Підтримання заданих параметрів для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.
2. **Оптимізація споживання теплової енергії**:
    - Зниження тепловтрат через автоматичний контроль роботи системи.
    - Запобігання перевитраті енергії шляхом точного налаштування параметрів.
3. **Моніторинг і облік енергії**:
    - Ведення обліку споживання теплової енергії та гарячої води за допомогою теплолічильників.
    - Запис даних для аналізу ефективності роботи системи.
4. **Безпека і захист системи**:
    - Автоматичне відключення при аварійних ситуаціях (перевищення тиску, температури, витоку теплоносія).
    - Контроль і запобігання перевищення допустимих параметрів теплоносія.

Основні компоненти автоматизації ІТП:

1. **Контролери**:
    - **Контролер опалення** – забезпечує управління температурою теплоносія у відповідності до погодозалежного графіка. Наприклад, контролери типу *Latherm HZR Comfort* або аналогічні.
    - **Контролер гарячого водопостачання** – керує гріючим контуром ГВП, підтримуючи стабільну температуру гарячої води. Приклад: *Comfort110 Danfoss*.
2. **Теплові датчики**:
    - Встановлюються на подаючому та зворотному трубопроводах для моніторингу температури теплоносія.
    - Використовуються для зворотного зв’язку з контролерами.
3. **Витратоміри**:
    - Контролюють кількість теплоносія та гарячої води, що подаються у систему.
    - Забезпечують точний облік енергії разом із теплолічильниками (*MULTICAL UF* або аналогічними).
4. **Запірна та регулювальна арматура**:
    - **Триходові клапани** – використовуються для змішування теплоносія у системах з погодозалежним графіком.
    - **Запобіжні клапани** – захищають систему від перевищення тиску та температури.
5. **Насоси з частотними перетворювачами**:
    - Застосовуються для циркуляції теплоносія. Частотні перетворювачі дозволяють регулювати продуктивність насосів залежно від потреб системи, підвищуючи її енергоефективність (наприклад, *Grundfos Magna3*).
6. **Повітровідвідники та розширювальні баки**:

- Забезпечують видалення повітря із системи та компенсацію теплового розширення рідини.

7. **Системи моніторингу та диспетчеризації**:
   - Сучасні ІТП обладнуються системами дистанційного управління та моніторингу.
   - Відображають усі робочі параметри системи в реальному часі.

Принципи роботи автоматизованого ІТП:

1. **Погодозалежне управління**:

Система регулює подачу теплоносія в залежності від зовнішньої температури, підтримуючи комфортну температуру в приміщеннях і зменшуючи витрати тепла.

2. **Автоматизація гарячого водопостачання (ГВП)**:

Контролер регулює температуру води в системі ГВП, знижуючи її в нічний час або під час відсутності споживання.

3. **Моніторинг стану системи**:

Усі ключові параметри – тиск, температура, витрата теплоносія – автоматично реєструються та аналізуються. У разі відхилень система попереджає про несправності або автоматично коригує роботу.

4. **Захисні функції**:

При аварійних ситуаціях, таких як перевищення тиску чи температури, система автоматично відключає подачу теплоносія, запобігаючи пошкодженню обладнання.

Переваги автоматизації ІТП:

- **Енергоефективність**: Завдяки погодозалежному регулюванню та точному налаштуванню параметрів система знижує споживання тепла та електроенергії.
- **Зручність управління**: Мінімальне втручання оператора, оскільки всі процеси автоматизовані.
- **Безпека**: Своєчасне виявлення аварійних ситуацій та запобігання їхньому розвитку.
- **Дистанційний контроль**: Можливість віддаленого моніторингу та управління через сучасні системи диспетчеризації.

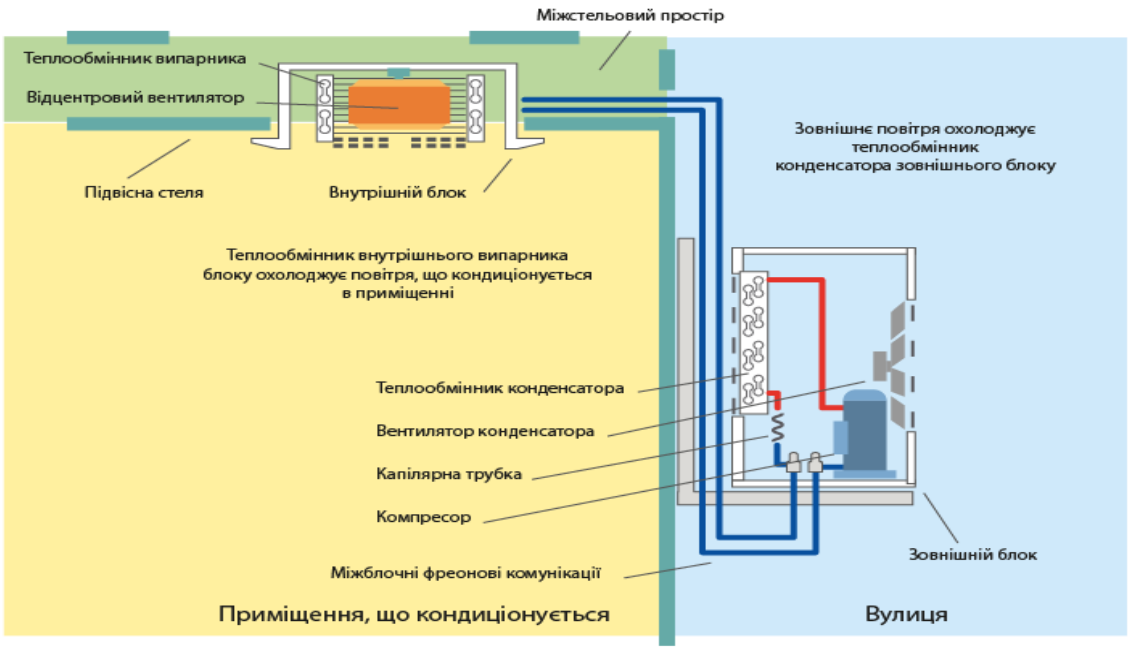
Автоматизація індивідуального теплового пункту забезпечує високу ефективність, знижує експлуатаційні витрати та дозволяє створити комфортний мікроклімат у приміщеннях із мінімальними зусиллями з боку обслуговуючого персоналу.

6.ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ПОРІВНЯННЯ СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ

6.1 Альтернативні системи кондиціонування

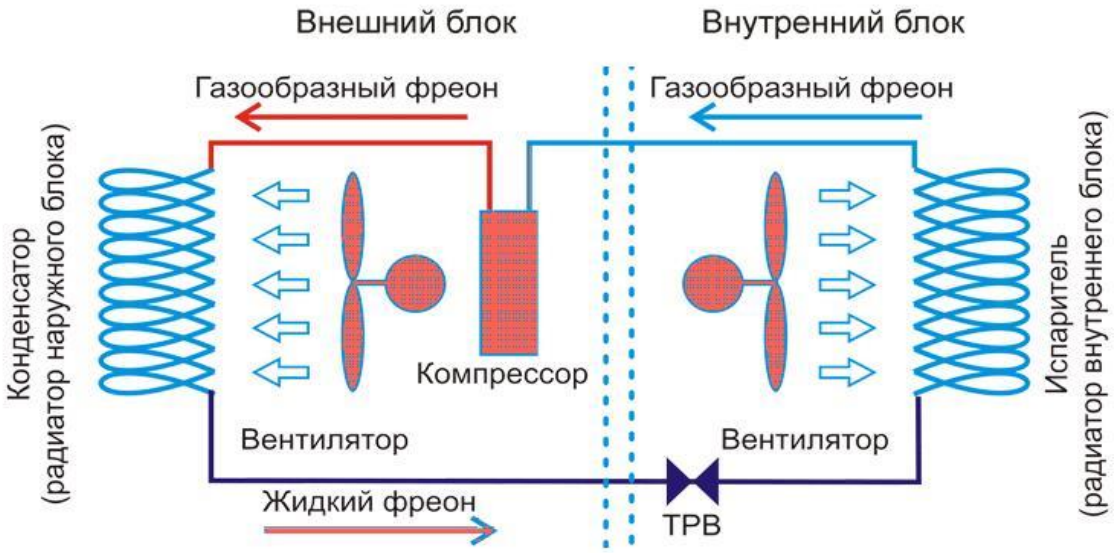
На даному об'єкті було запроектовано, змонтовано та введено в експлуатацію двотрубну мультизональну систему кондиціонування, яка забезпечує розподіл і регулювання температури у різних зонах приміщення. Всю інформацію про неї було надано в розділі №1. Однак для порівняння та оцінки можливостей даної системи варто розглянути ще два альтернативні варіанти. Перший варіант — це напівпромислова спліт-система, яка також здатна обслуговувати великі зони, пропонуючи більш простий монтаж і регулювання температури. Другий варіант — тритрубна мультизональна система кондиціонування, що дозволяє одночасно забезпечувати охолодження та обігрів у різних частинах об'єкта, завдяки чому створюються оптимальні умови для зон з різними потребами в температурному режимі. Розглянемо ці варіанти детальніше для оцінки їх переваг та недоліків у порівнянні з двотрубною системою.

6.1.1 Напівпромислова спліт-система касетного типу (принцип роботи та техніко-економічне порівняння)



Вигляд напівпромислової спліт-системи (мал.23)

Напівпромислова спліт-система касетного типу — це система кондиціонування, призначена для обслуговування середніх і великих приміщень, таких як офіси, торговельні зали, готелі та ресторани. Вона складається з зовнішнього блоку, розташованого на фасаді або даху будівлі, і внутрішнього касетного блоку, який встановлюється в стелю, що дозволяє зберегти простір і створити естетичний вигляд інтер'єру.



Принцип роботи кондиціонера (мал.24)

Принцип роботи:

Все починається у зовнішньому блоці. "Серце кондиціонера" – компресор, який нагнітає газоподібний фреон в теплообмінник зовнішнього блоку (конденсатор), при цьому збільшується тиск (температура кипіння збільшується і фреон переходить із газоподібного стану в рідкий стан), процес конденсації супроводжується виділенням тепла. Для збільшення виділення теплоти вентилятор зовнішнього блоку охолоджує конденсатор. У результаті повітря, що проходить конденсатор, нагрівається.

Після конденсатора фреон в рідкому стані і з високим тиском надходить у ТРВ (терморегулюючий вентиль). ТРВ служить для пониження тиску. При зниженні тиску знижується температура кипіння фреону, так, ми змушуємо фреон кипіти і випаровуватися. Цей процес відбувається в теплообміннику

внутрішнього блоку кондиціонеру (конденсаторі).

При випаровуванні фреон поглинає тепло від повітря всередині приміщення, яким вентилятор внутрішнього блоку охолоджує конденсатор. Отже, охолоджується повітря всередині приміщення.

Далі фреон в газоподібному стані і під низьким тиском надходить до компресора, і цикл повторюється. За таким принципом працюють всі кондиціонери, незалежно від типу, потужності, моделі або фірми-виробника кліматичного обладнання.

Техніко-економічне порівняння системи

Для оцінки техніко-економічної ефективності двотрубної мультизональної системи кондиціонування та напівпромислової спліт-системи важливо порівняти їх за кількома ключовими параметрами, включаючи вартість монтажу, енергоефективність, гнучкість у налаштуваннях, а також експлуатаційні витрати. Розглянемо основні аспекти цього порівняння.

1. Вартість встановлення

- **Двотрубна мультизональна система**: Вартість встановлення двотрубної мультизональної системи є досить високою через складну конструкцію, яка вимагає прокладання трубопроводів і підключення внутрішніх блоків до єдиного зовнішнього блоку. Особливо витратним є монтаж у великих приміщеннях з численними зонами.
- **Напівпромислова спліт-система**: Монтаж напівпромислової спліт-системи, як правило, дешевший і простіший. Вона складається з окремих внутрішніх і зовнішніх блоків, які не потребують розгалуженої системи трубопроводів, що знижує вартість встановлення, особливо у приміщеннях із простою конфігурацією.

2. Енергоефективність

- **Двотрубна мультизональна система**: Забезпечує високу енергоефективність завдяки можливості централізованого контролю температури в різних зонах приміщення. Система підтримує ефективну роботу завдяки регулюванню витрат холодоагенту, що дозволяє мінімізувати енергоспоживання у порівнянні з кількома окремими кондиціонерами.
- **Напівпромислова спліт-система**: Енергоефективність зазвичай нижча, особливо якщо потрібно встановлювати кілька систем для охолодження різних зон. Однак спліт-системи з інверторною технологією здатні економити енергію завдяки плавному регулюванню потужності.

3. Гнучкість і контроль зонального клімату

- **Двотрубна мультизональна система**: Дозволяє незалежне налаштування температури в кожній зоні за допомогою одного зовнішнього блоку, що ідеально підходить для приміщень зі складною конфігурацією. Це забезпечує індивідуальний контроль клімату у кожній зоні, що зручно для великих офісів чи комерційних приміщень.
- **Напівпромислова спліт-система**: Зазвичай не має можливості повноцінного зонального контролю, оскільки кожен внутрішній блок регулюється окремо. Для досягнення зонального клімату потрібне встановлення кількох внутрішніх блоків, що збільшує витрати.

4. Експлуатаційні витрати

- **Двотрубна мультизональна система**: Хоча початкові інвестиції можуть бути значними, експлуатаційні витрати в довгостроковій перспективі можуть бути нижчими завдяки централізованому контролю та ефективному управлінню температурою. Однак обслуговування і ремонт такої системи складніше і дорожче.

- **Напівпромислова спліт-система**: Експлуатаційні витрати можуть бути вищими при використанні декількох блоків для забезпечення зонального клімату. Однак спліт-системи зазвичай простіші у догляді, а заміна чи ремонт окремих блоків обходиться дешевше.

5. Простота в обслуговуванні та ремонті

- **Двотрубна мультизональна система**: Складна конструкція ускладнює обслуговування, оскільки вихід з ладу одного блоку може вплинути на роботу всієї системи. Сервісні роботи потребують спеціалізованого обслуговування, що може призвести до додаткових витрат.
- **Напівпромислова спліт-система**: Простіша в обслуговуванні, оскільки кожен блок працює автономно, і вихід з ладу одного блоку не впливає на інші. Це полегшує доступ до окремих компонентів, зменшуючи витрати на обслуговування.

6. Застосування

- **Двотрубна мультизональна система**: Найкраще підходить для великих офісів, торговельних центрів та приміщень зі складною планувальною структурою, де потрібен точний контроль клімату в кількох зонах.
- **Напівпромислова спліт-система**: Більш доцільна для об'єктів середнього розміру, таких як магазини, невеликі офіси або житлові приміщення, де зональний контроль не є критичним.

Зупинимось більш детальніше на 2-ому пункті, а саме розглянемо класи енергоефективності та їх 4 основних показника EER, COP, SEER та SCOP:

Класс энергоэффективности	A+++	A++	A+	A	B	C	D	E	F	G
Индекс энергоэфф-ти SEER (охлаждение)	⩾ 8.5	6.1 - 8.5	5.6 - 6.1	5.1 - 5.6	4.6 - 5.1	4.1 - 4.6	3.6 - 4.1	3.1 - 3.6	2.6 - 3.1	< 2.6
Индекс энергоэфф-ти SCOP (отопление)	⩾ 5.10	4.6 - 5.1	4.0 - 4.6	3.4 - 4.0	3.1 - 3.4	2.8 - 3.1	2.5 - 2.8	2.2 - 2.5	1.9 - 2.2	< 1.9

Класи енергоефективонсті (мал.25)

EER – це показник енергоефективності при роботі на охолодження. Визначається як відношення холодопродуктивності (Qx) до споживаної потужності для охолодження (Nпотр). Нижче наведена формула для розрахунку:

EER = Qx/Nпотр.

COP – це показник енергоефективності при роботі на обігрів. Визначається як відношення теплопродуктивності (Qт) до споживаної потужності для обігріву (Nпотр). Нижче наведена формула для розрахунку:

COP = Qт / Nпотр.

Зазвичай показник COP завжди вище ніж показник EER, це заслуга компресора тому, що під час роботи він нагрівається та віддає фреону додаткову кількість тепла. Через що виробляється більше теплого повітря, ніж холодного.

Для виміру, використовувались певні показники температури зовнішнього повітря: +35°C для охолодження і +7°C для обігріву. Процес виміру виконувався при максимальній продуктивності обладнання.

Але ця дія виявила кілька недоліків:

- температурні точки не відобразили фактичних експлуатаційних умов систем в Європі;

- позитивні сторони обладнання з інверторним управлінням залишалися непоміченими. А тому покупці залишалися не обізнаними, що системи з інверторним приводом компресора більш енергоефективні.

Для компенсації наведених вище показників EER/COP були додані нові показники сезонної енергетичної ефективності SEER і SCOP. Ці коефіцієнти показують річне споживання енергії і вироблену за рік кількість холоду та тепла:

SEER – сезонний коефіцієнт енергоефективності системи в режимі охолодження.

SCOP – сезонний коефіцієнт продуктивності системи в режимі нагріву.

Тепер зробимо порівняння показників для обох наших систем:

VRF

Маркування моделі	Кіл-сть	Продуктивність охолодження/обігрів	Споживання охолодження/обігрів
ARUN040LSS0	1	12,1/12,5	3,39/2,75
ARUN060LSS0	1	15,5/18,0	5,17/5,00
ARUN080LSS0	1	22,4/24,5	8,45/6,96

EER	COP	SEER	SCOP	Робочий діапазон
3,57	4,55	7,42	4,3	[-30~+52]
3	3,6	7,53	4,35	[-30~+52]
2,65	3,52	7,13	4,53	[-30~+52]
3,07	3,89	7,36	4,39	

Показники енергоефективності 2-трубної VRF системи (табл.5)

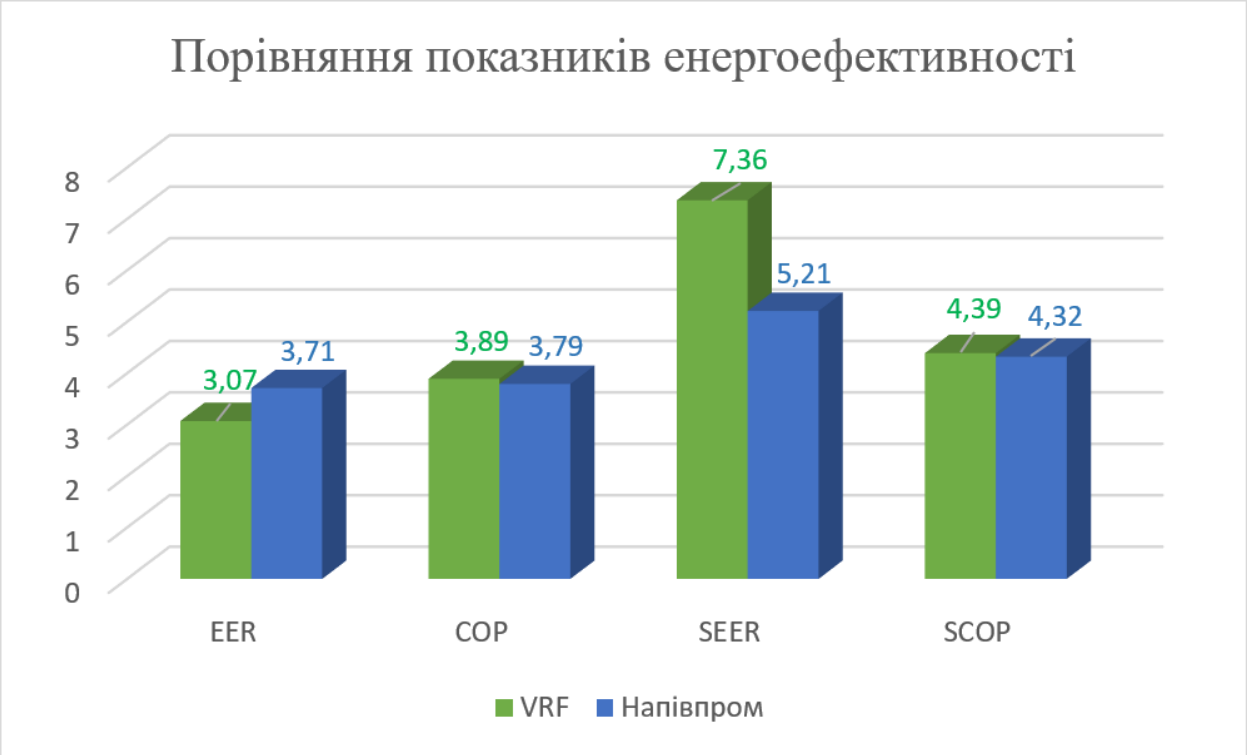
Напівпром

Маркування моделі	Кіл-сть	Продуктивність охолодження/обігрів	Споживання охолодження/обігрів
UU09WR	17	2,5/3,2	0,63/0,75
UU12WR	4	3,5/4,0	0,97/1,12

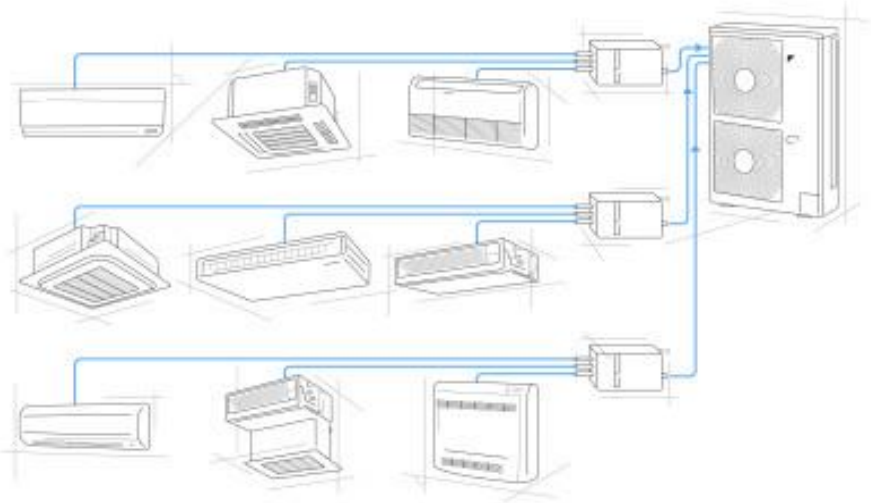
EER	COP	SEER	SCOP	Робочий діапазон
3,91	4	4,1	4,3	[-18~+48]
3,51	3,58	6,58	4,35	[-18~+48]
3,71	3,79	5,21	4,32	

Показники енергоефективності напівпромислової спліт-системи (табл.6)

Порівняння показників енергоефективності 2-труб VRF та напівпром (діаг.1)



6.1.2 Тритрубна мультизональна система кондиціонування (принцип роботи та техніко-економічне порівняння)



Вигляд 3-трубної VRF системи (мал.26)

Тритрубна мультизональна система кондиціонування — це сучасна система обігріву та охолодження, яка дозволяє одночасно працювати в різних режимах для різних зон чи приміщень. Основна особливість таких систем

полягає в можливості одночасно обігрівати одні приміщення і охолоджувати інші, що робить їх дуже ефективними в умовах, де потрібне різне кліматичне регулювання (наприклад, офісні будівлі чи великі будинки).

Принцип роботи:

1. **Три контури трубопроводів**:
    - **Газова фаза холодоагенту** — використовується для передачі нагрітого холодоагенту (нагріває приміщення).
    - **Рідка фаза холодоагенту** — відповідає за охолодження приміщень, доставляючи охолоджений холодоагент до блоків.
    - **Лінія відведення тепла** — з'єднує зовнішній блок із внутрішніми, дозволяючи надлишковому теплу з охолоджуваних приміщень переходити до зон, які потребують нагрівання.

2. **Рекуперація тепла**:
    - Система використовує тепло, що виділяється при охолодженні приміщень, для нагрівання інших зон. Це знижує енерговитрати, оскільки один і той самий холодоагент працює і на охолодження, і на обігрів.

3. **Мультизональність**:
    - Кожен внутрішній блок системи можна налаштувати на індивідуальний режим роботи. Керування здійснюється через центральний контролер, що дозволяє регулювати температуру в кожній зоні незалежно.

4. **Зовнішній і внутрішні блоки**:
    - Зовнішній блок відповідає за компресію і циркуляцію холодоагенту, тоді як внутрішні блоки розподіляють його між зонами, підтримуючи потрібну температуру.

Блоки рекуперації в тритрубній мультизональній системі кондиціонування виконують ключову функцію перенаправлення тепла між зонами, що дозволяє використовувати одну частину системи для нагрівання, а іншу для охолодження. Це є особливо енергоефективним, оскільки тепло, яке вивільняється при охолодженні одного приміщення, не витрачається даремно, а перенаправляється в іншу зону, що потребує нагрівання.

Блок рекуперації (мал.27)

Принцип роботи блоків рекуперації

1. **Перенаправлення тепла**:
    - У тритрубній системі є три трубопроводи: один для гарячого, один для холодного холодоагенту та один для зворотного теплоносія. Блок рекуперації перенаправляє надлишок тепла від внутрішніх блоків, що працюють на охолодження, до блоків, які виконують обігрів.
2. **Поділ холодоагенту**:
    - Блоки рекуперації виконують поділ потоку холодоагенту, забезпечуючи циркуляцію між зовнішнім блоком та внутрішніми блоками. Це дозволяє одночасно постачати холодоагент потрібної температури для різних режимів у різних приміщеннях.
3. **Клапани перемикання режимів**:
    - Блок рекуперації оснащений системою клапанів, яка автоматично регулює потік холодоагенту та перенаправляє його в потрібний

трубопровід. Таким чином, система гнучко реагує на потреби кожної зони, підтримуючи задану температуру.

4. **Економія енергії**:
    - За допомогою блоків рекуперації тритрубна система може значно зменшити витрати на енергію, оскільки одне приміщення охолоджується за рахунок тепла, що нагріває інше приміщення. Це особливо корисно для офісних будівель, де різні приміщення можуть потребувати різного режиму роботи кондиціонування.

Переваги використання блоків рекуперації

- **Енергоефективність**: мінімізуються втрати тепла.
- **Комфорт і гнучкість**: можна підтримувати різні температури в різних приміщеннях.
- **Зниження витрат на експлуатацію**: використання рекуперації знижує споживання електроенергії.

Блоки рекуперації є важливим елементом у тритрубних системах, роблячи їх одними з найбільш ефективних і комфортних рішень для великих будівель з різними температурними зонами.

Гідрокіт у тритрубній мультизональній системі кондиціонування дозволяє інтегрувати кондиціонер з системами водяного обігріву чи охолодження, розширюючи функціональні можливості системи. Це зручне рішення для об’єктів, де необхідно забезпечити не тільки кондиціювання повітря, але й підігрів чи охолодження води для систем опалення, водопостачання чи підлогового обігріву.

Гідрокіт (мал.28)

Принцип роботи гідрокіта

Гідрокіт є спеціальним модулем, який підключається до тритрубної системи мультизонального кондиціонування. Він дозволяє використовувати тепло або холод, що виробляється зовнішнім блоком, для нагрівання або охолодження води. Гідрокіт має теплообмінник, який забезпечує ефективну передачу тепла між холодоагентом і водою.

Основні етапи роботи гідрокіта в системі кондиціонування:

1. **Забір тепла або холоду**:
    - Гідрокіт підключається до зовнішнього блоку системи, забираючи частину тепла (або холоду) з системи охолодження або обігріву.
2. **Перетворення тепла в воду**:
    - Теплообмінник в гідрокіті передає тепло або холод від холодоагенту до води, яка циркулює у системі.
3. **Розподіл підігрітої чи охолодженої води**:
    - Після передачі тепла вода може використовуватися для різних завдань, таких як підігрів підлоги, радіатори опалення, гаряче водопостачання або ж водяне охолодження.

Переваги використання гідрокіта в тритрубній мультизональній системі

- **Енергоефективність**: використання наявного тепла або холоду для нагрівання води знижує потребу в додаткових джерелах енергії.
- **Зниження експлуатаційних витрат**: за рахунок інтеграції гідрокіта вдається зменшити споживання електроенергії.
- **Розширення можливостей системи**: гідрокіт дозволяє забезпечити нагрів води навіть у режимі охолодження повітря, що робить систему ще більш універсальною.

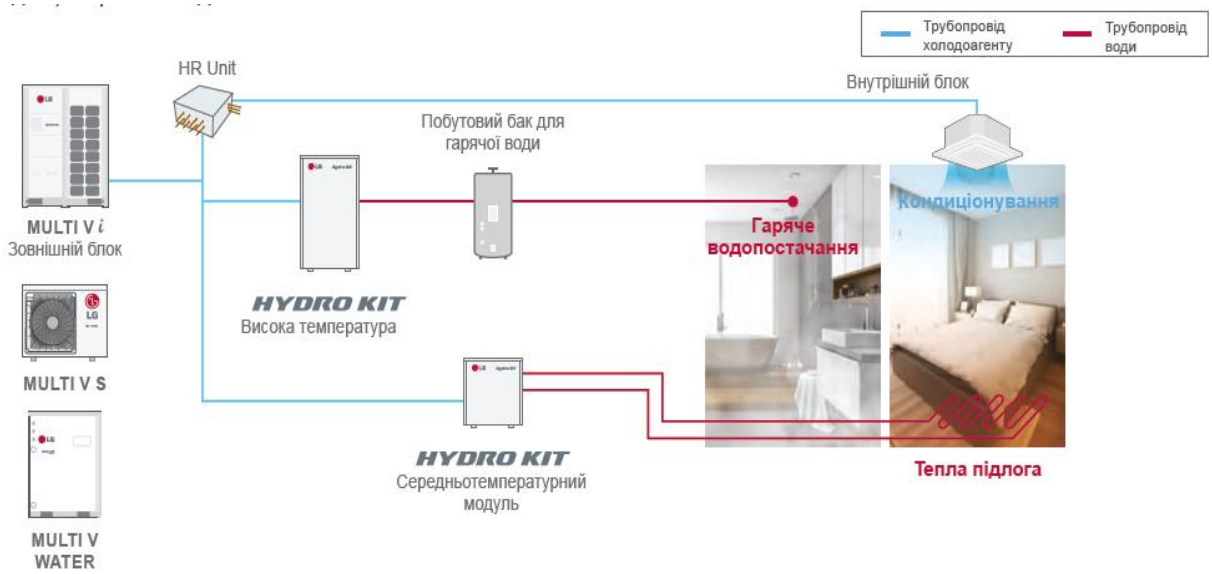
- **Зручне керування**: система інтегрується в загальну мережу управління кондиціонуванням, що дозволяє централізовано налаштовувати температурні режими і контролювати витрати.

Приклади застосування гідрокіта

Гідрокіт особливо корисний у таких випадках:

- Підтримка гарячого водопостачання в будівлях.
- Системи теплих підлог або радіаторного обігріву, які використовують воду як теплоносій.
- Охолодження води для промислових потреб або для підтримки комфортного мікроклімату в деяких приміщеннях.

Використання гідрокіта в тритрубній мультизональній системі кондиціонування підвищує ефективність і функціональність системи, що робить її оптимальним рішенням для великих будівель і промислових об’єктів.



Приклад застосування гідрокітів (мал.29)

Техніко-економічне порівняння

При виборі між двотрубною та тритрубною мультизональною системою кондиціонування важливо врахувати техніко-економічні аспекти, оскільки кожна з них має свої особливості та підходить для різних умов експлуатації. Порівняння цих систем розглядає їхню конструкцію, енергоефективність, вартість, гнучкість та зручність обслуговування.

1. Конструкція та принцип роботи

- **Двотрубна система** використовує два трубопроводи — для подачі і зворотного потоку холодоагенту, що дозволяє системі працювати або в режимі обігріву, або в режимі охолодження одночасно для всіх зон.
- **Тритрубна система** має три трубопроводи: для гарячої, холодної фази холодоагенту та для відведення тепла. Це дозволяє одночасно обігрівати одні зони і охолоджувати інші, що є великою перевагою для великих будівель з різними температурними вимогами.

2. Енергоефективність

VRF 2-Труб

Маркування моделі	Кіл-сть	Продуктивність охолодження/обігрів	Споживання охолодження/обігрів
ARUN040LSS0	1	12,1/12,5	3,39/2,75
ARUN060LSS0	1	15,5/18,0	5,17/5,00
ARUN080LSS0	1	22,4/24,5	8,45/6,96

EER	COP	SEER	SCOP	Робочий діапазон
3,57	4,55	7,42	4,3	[-30~+52]
3	3,6	7,53	4,35	[-30~+52]
2,65	3,52	7,13	4,53	[-30~+52]
3,07	3,89	7,36	4,39	

Показники енергоефективності 2-трубної VRF системи (табл.7)

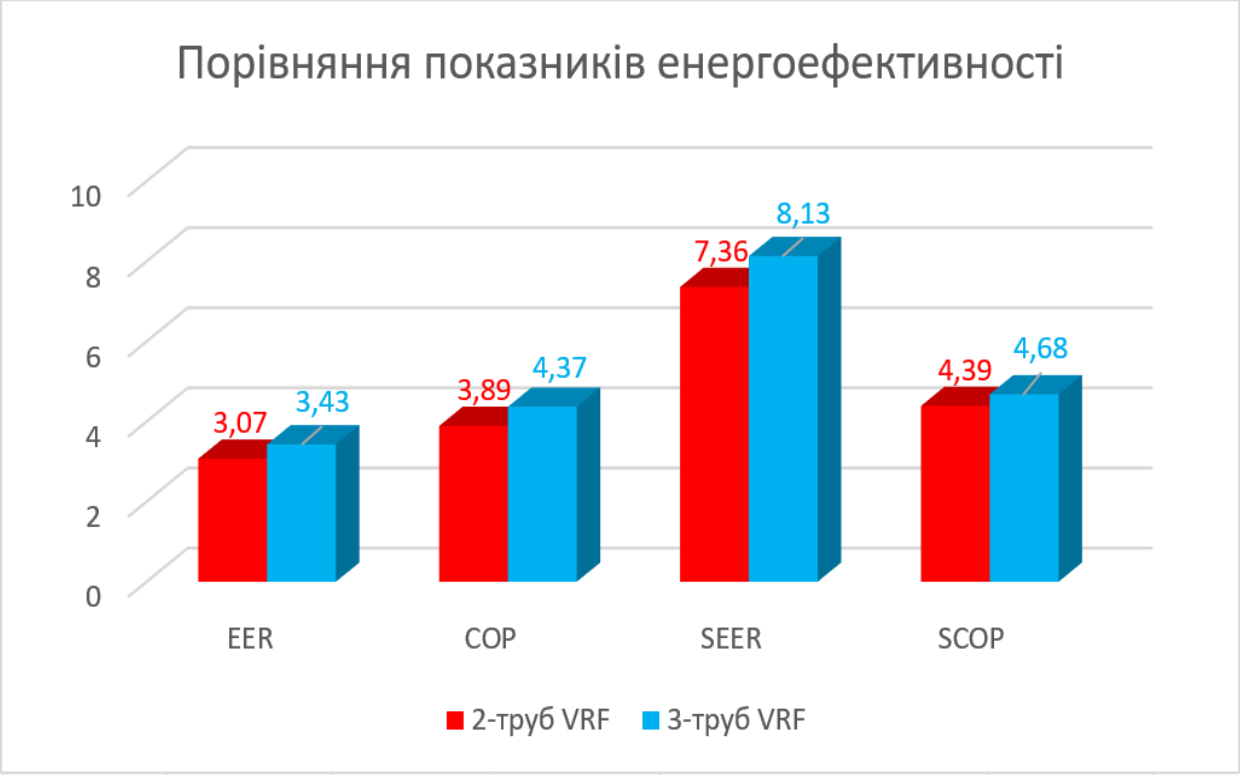
VRF 3-Труб

Маркування моделі	Кіл-сть	Продуктивність охолодження/обігрів	Споживання охолодження/обігрів
ARUN040LSS0	1	12,1/12,5	3,01/3,32
ARUN060LSS0	1	15,5/18,0	4,83/4,69
ARUN080LSS0	1	22,4/24,5	7,91/6,41

EER	COP	SEER	SCOP	Робочий діапазон
3,91	5	8,11	4,6	[-30~+52]
3,4	4,1	8,25	4,65	[-30~+52]
3	4,01	8,05	4,81	[-30~+52]
3,43	4,37	8,13	4,68	

Показники енергоефективності 3-трубної VRF системи (табл.8)

Порівняння показників енергоефективності 2-труб та 3-труб VRF (діаг.2)



- **Двотрубна система** менш енергоефективна у випадках, коли є різні потреби в нагріванні та охолодженні в різних приміщеннях. Для всього об'єкта одночасно працює лише один режим, тому, коли потрібно змінити режим, систему слід переналаштовувати.
- **Тритрубна система** має суттєво вищу енергоефективність, оскільки здатна передавати тепло між зонами, які потребують різних температур. Використання рекуперації тепла дозволяє знижувати

витрати на енергію: тепло, що виділяється в одній зоні, передається в іншу без додаткових витрат.

3. Вартість установки та обладнання

- **Двотрубна система** простіша в установці, оскільки має менше трубопроводів, що знижує її початкову вартість. Це може бути кращим варіантом для об’єктів, де не потрібен одночасний обігрів і охолодження, як-от невеликі офіси або житлові приміщення.
- **Тритрубна система** потребує більшої кількості труб і додаткових блоків рекуперації, що збільшує початкові витрати на установку та обладнання. Однак вона економічно вигідніша у довгостроковій перспективі за рахунок енергозбереження, особливо в будівлях з постійними потребами в одночасному нагріванні та охолодженні.

4. Гнучкість і комфорт

- **Двотрубна система** забезпечує обігрів або охолодження всього будинку в один момент часу, що є менш гнучким і обмежує комфорт у будівлях, де є різні температурні потреби.
- **Тритрубна система** забезпечує високу гнучкість і дозволяє точно налаштовувати температуру в кожній зоні, що робить її ідеальною для великих офісів, торговельних центрів та інших будівель, де потрібен індивідуальний клімат-контроль у різних зонах.

5. Вартість обслуговування та експлуатаційні витрати

- **Двотрубна система** потребує менших витрат на обслуговування завдяки простішій конструкції. Однак, якщо часто змінюються режими роботи, система може зношуватися швидше.
- **Тритрубна система** має вищі експлуатаційні витрати на

обслуговування через складну структуру, але значно заощаджує

- енергію у випадках постійного використання режиму рекуперації. Це знижує експлуатаційні витрати при великій кількості приміщень з різними температурними режимами.

6. Загальна економічна ефективність

- Для **малих і середніх об’єктів** або будівель, де не потрібно часто міняти режим обігріву та охолодження, **двотрубна система** буде більш економічно виправданою за рахунок меншої вартості встановлення і простішої конструкції.
- Для **великих об’єктів** з різними вимогами до температури (наприклад, офісні центри, готелі), де потрібно одночасно обігрівати та охолоджувати різні зони, **тритрубна система** виправдає себе через економію енергії та підвищений комфорт.

Висновок: Двотрубна система є вигідною для менш складних потреб і об’єктів з однорідними температурними вимогами, оскільки вона дешевша у встановленні і простіша в обслуговуванні. **Тритрубна система** підходить для великих будівель з різними температурними режимами, де енергоефективність і гнучкість важливіші за початкові витрати. З урахуванням довгострокових витрат на енергію та комфорт, тритрубна система часто є більш вигідним рішенням для комплексних об'єктів.

7.ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ МУЛЬТИЗОНАЛЬНИК СИСТЕМ КОНДИЦІОНУВАННЯ

7.Технології монтажу мультизональних систем кондиціонування

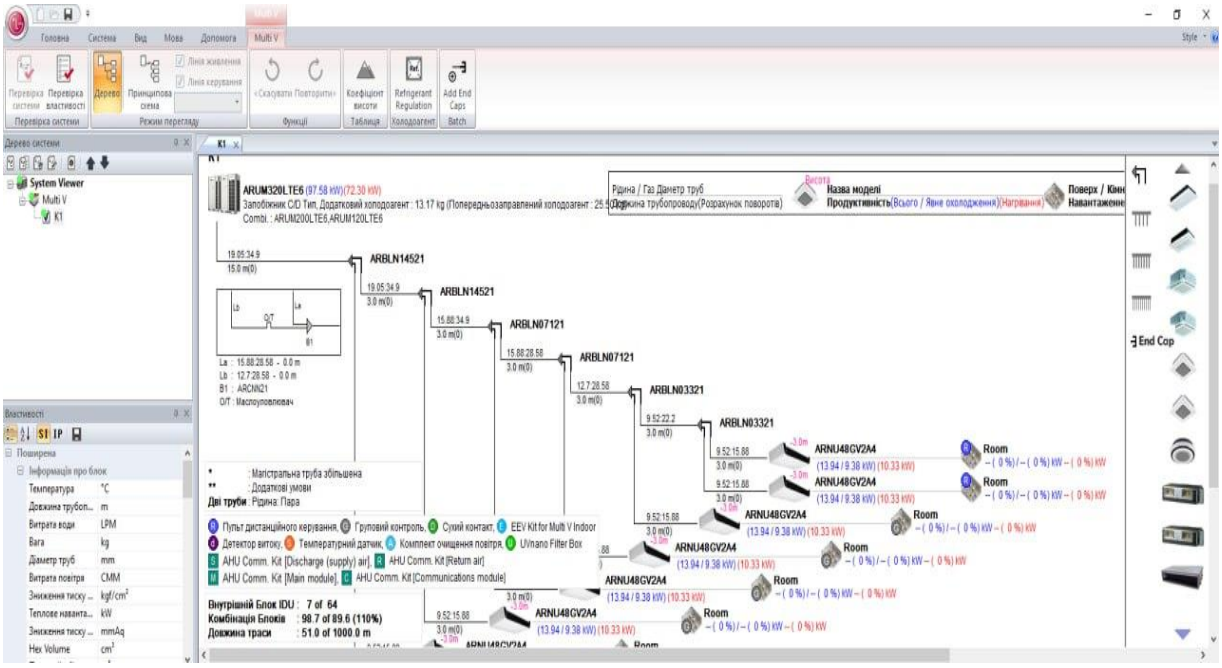
7.1 Основні етапи монтажу мультизональних систем

Мультизональні системи кондиціонування – це сучасні рішення, що дозволяють підтримувати комфортний мікроклімат у різних приміщеннях із можливістю незалежного регулювання температури. Вони застосовуються у великих об’єктах, таких як офісні будівлі, готелі, торговельні центри, і мають складний алгоритм монтажу. Давайте розглянемо основні етапи та технології встановлення таких систем.

1. **Проектування системи**

На першому етапі виконуються розрахунки та проектування. Потрібно визначити:

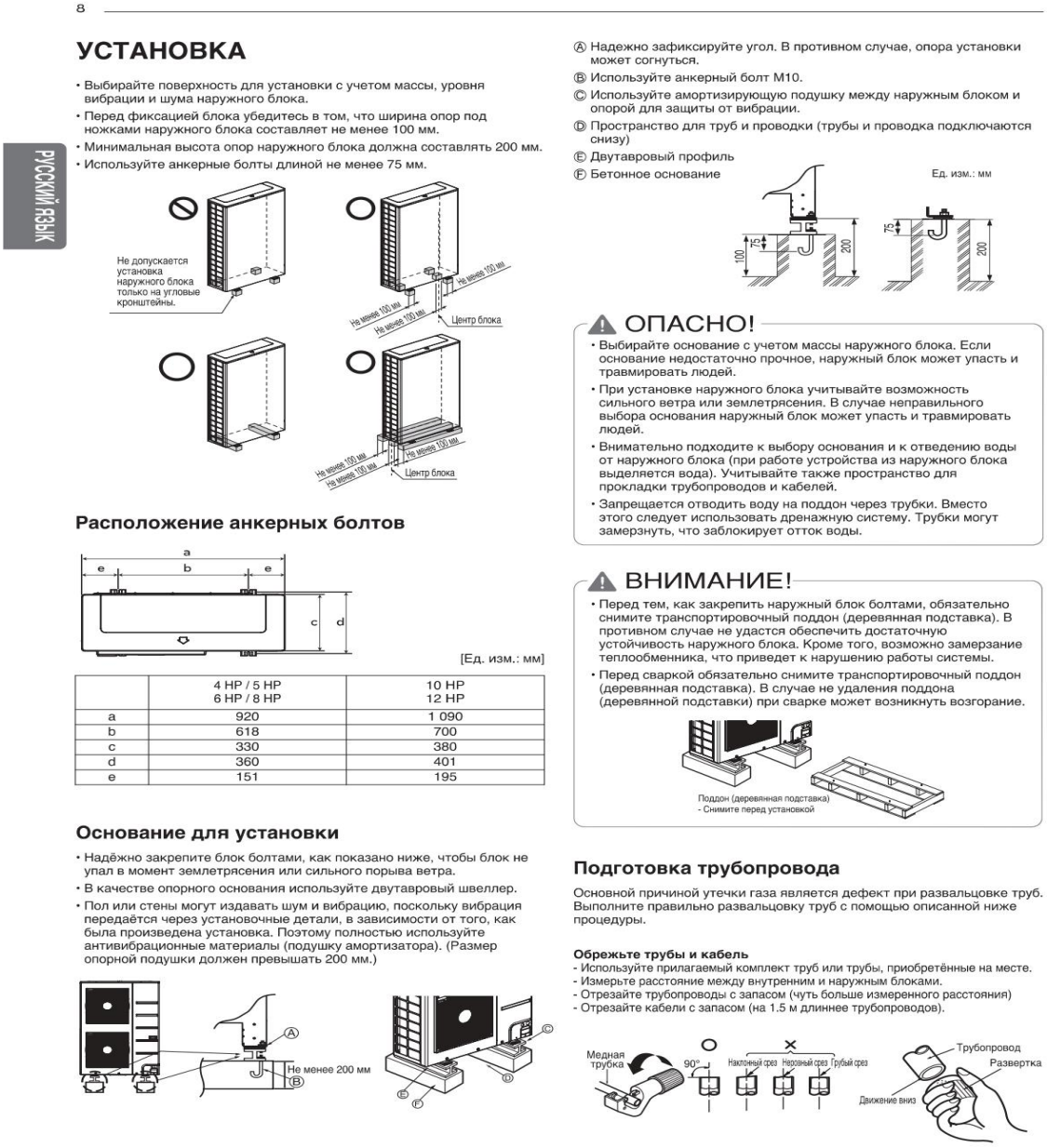
- кількість внутрішніх і зовнішніх блоків,
- загальне теплове навантаження кожного приміщення,
- оптимальне розташування блоків і трубопроводів для забезпечення економії енергії та мінімізації тепловтрат.



Програма підбору VRF систем (мал. 30)

2. **Монтаж зовнішнього блоку**

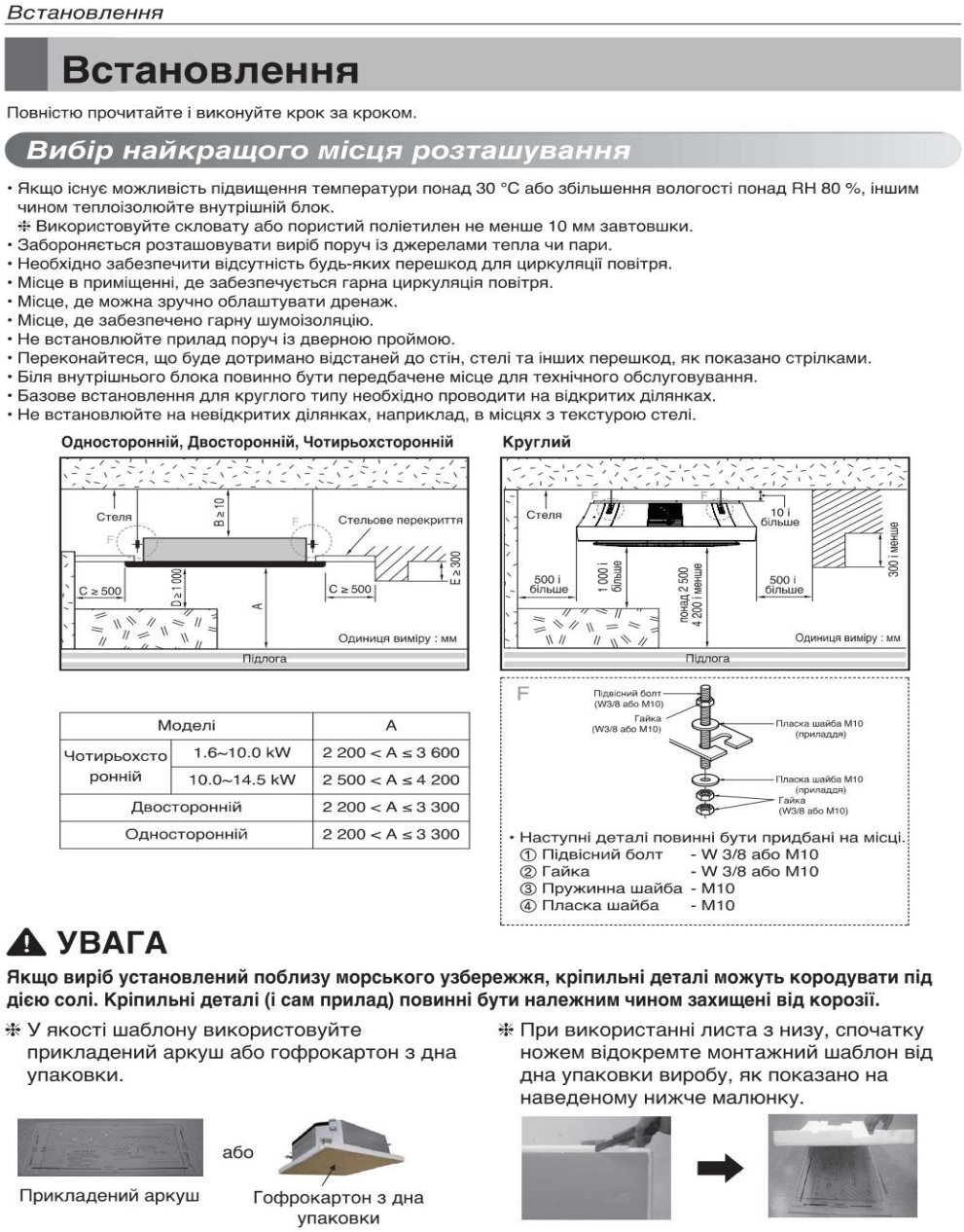
Зовнішній блок розміщується з урахуванням вимог до вентиляції та легкості обслуговування. Його можна встановити на даху будівлі, на фасаді або на спеціальній платформі. Під час монтажу важливо дотримуватися вимог до амортизації, щоб зменшити вібрації і шум.



Інструкції з монтажу зовн блоків (мал.31)

3. **Монтаж внутрішніх блоків**

Внутрішні блоки можуть бути різного типу: касетні, канальні, настінні тощо. Вибір залежить від типу приміщення. Їх встановлюють у запланованих зонах, забезпечуючи відповідну відстань для рівномірного розподілу повітря.



Встановлення

Встановлення

Повністю прочитайте і виконуйте крок за кроком.

Вибір найкращого місця розташування

- Якщо існує можливість підвищення температури понад 30 °C або збільшення вологості понад RH 80 %, іншим чином теплоізолюйте внутрішній блок.
  ❉ Використовуйте скловату або пористий поліетилен не менше 10 мм завтовшки.
- Забороняється розташовувати виріб поруч із джерелами тепла чи пари.
- Необхідно забезпечити відсутність будь-яких перешкод для циркуляції повітря.
- Місце в приміщенні, де забезпечується гарна циркуляція повітря.
- Місце, де можна зручно облаштувати дренаж.
- Місце, де забезпечено гарну шумоізоляцію.
- Не встановлюйте прилад поруч із дверною проймою.
- Переконайтеся, що буде дотримано відстаней до стін, стелі та інших перешкод, як показано стрілками.
- Біля внутрішнього блока повинно бути передбачене місце для технічного обслуговування.
- Базове встановлення для круглого типу необхідно проводити на відкритих ділянках.
- Не встановлюйте на невідкритих ділянках, наприклад, в місцях з текстурою стелі.

Односторонній, Двосторонній, Чотирьохсторонній

Круглий

Моделі		A
Чотирьохсторонній	1.6~10.0 kW	2 200 < A ≤ 3 600
	10.0~14.5 kW	2 500 < A ≤ 4 200
Двосторонній		2 200 < A ≤ 3 300
Односторонній		2 200 < A ≤ 3 300

- Наступні деталі повинні бути придбані на місці.
  ① Підвісний болт - W 3/8 або M10
  ② Гайка - W 3/8 або M10
  ③ Пружинна шайба - M10
  ④ Пласка шайба - M10

⚠ УВАГА

Якщо виріб установлений поблизу морського узбережжя, кріпильні деталі можуть кородувати під дією солі. Кріпильні деталі (і сам прилад) повинні бути належним чином захищені від корозії.

❉ У якості шаблону використовуйте прикладений аркуш або гофрокартон з дна упаковки.

Прикладений аркуш

або

Гофрокартон з дна упаковки

❉ При використанні листа з низу, спочатку ножем відокремте монтажний шаблон від дна упаковки виробу, як показано на наведеному нижче малюнку.

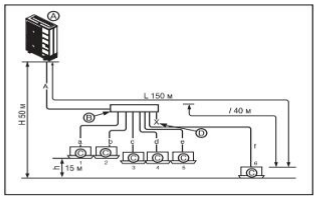
Інструкції з монтажу внут блоків (мал.32)

4. **Прокладання фреонових магістралей**

Система працює на основі циркуляції холодоагенту, тому важливо якісно прокласти трубопроводи для фреону. Використовуються мідні труби, які з'єднують зовнішній блок із внутрішніми. Також слід забезпечити теплоізоляцію трубопроводів, щоб уникнути втрати енергії.

Метод магистрали

Пример: подключение 6 внутренних блоков
Ⓐ : Наружный блок
Ⓑ : Коллектор
Ⓒ : Внутренние блоки
Ⓓ : Закрытый трубопровод



Длина всей трубы=A + a + b + c + d + e + f ≤ 300 м

L	Наибольшая длина трубопровода	Длина эквивалентной трубы (*)
	A + f ≤ 150 м	A + f ≤ 175 м
l	Наибольшая длина трубопровода после 1-го патрубка	
	f ≤ 40 м	
H	Разница по высоте (наружный блок ↔ внутренний блок)	
	H ≤ 50 м (40 м: наружный блок находится ниже, чем внутренние блоки)	
h	Разница по высоте (внутренний блок ↔ внутренний блок)	
	h ≤ 15 м	

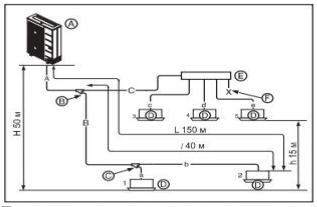
⚠ ОПАСНО!

Длина трубы после ответвления магистрали (a—f)
Рекомендуется сократить разницу длины труб, подключенных к внутренним блокам. Возможно появление разницы производительности между внутренними блоками.

- * : Предположим, эквивалентная длина трубопровода Y-образного патрубка составляет 0.5 м, тогда длина коллектора должна составлять 1 м, для расчётов.
- Внутренний блок следует установить ниже, чем магистраль.

Сочетание способов Y-разветвления и магистрали

Пример: подключение 5 внутренних блоков
Ⓐ : Наружный блок
Ⓑ : 1-е ответвление (Y-ответвление)
Ⓒ : Y-ответвление
Ⓓ : Внутренний блок
Ⓔ : Коллектор
Ⓕ : Закрытый трубопровод



После магистрали нельзя использовать ответвление

Общая длина трубопровода = A + B + C + a + b + c + d + e ≤ 300 м

L	Наибольшая длина трубопровода	Длина эквивалентной трубы (*)
	A + B + b ≤ 150 м	A + B + b ≤ 175 м
l	Наибольшая длина трубопровода после 1-го патрубка	
	B + b ≤ 40 м	
H	Разница по высоте (наружный блок ↔ внутренний блок)	
	H ≤ 50 м (40 м: наружный блок находится ниже, чем внутренние блоки)	
h	Разница по высоте (внутренний блок ↔ внутренний блок)	
	h ≤ 15 м	

- * : Предположим, эквивалентная длина трубопровода Y-образного патрубка составляет 0.5 м, тогда длина коллектора должна составлять 1 м, для расчётов.
- Внутренний блок следует установить ниже, чем магистраль.

⚠ ОПАСНО!

- Рекомендуется минимизировать разницу в длине трубопроводов, подключенных к внутреннему блоку. Возможно появление разницы производительности между внутренними блоками.
- Если одно или оба из следующих условий выполняются, диаметр главной трубы (A) следует увеличить в соответствии с таблицей ниже.
  - Эквивалентная длина между наружным блоком и самым дальним внутренним блоком составляет 90 м и более (длина труб для жидкости и газа увеличивается).

Диаметр трубы хладагента от наружного блока до первого ответвления. (A)

Общая мощность наружного блока (л. с.)	Трубопровод для жидкости [мм (дюйм)]	Трубопровод для газа [мм (дюйм)]
4	Ø 9,52(3/8)	Ø 15,88(5/8)
5	Ø 9,52(3/8)	Ø 15,88(5/8)
6	Ø 9,52(3/8)	Ø 19,05(3/4)
8	Ø 9,52(3/8)	Ø 19,05(3/4)
10	Ø 9,52(3/8)	Ø 22,2(7/8)
12	Ø 12,7(1/2)	Ø 28,58(11/8)

Диаметр длины хладагента от ответвления (B,C)

Нисходящая общая мощность внутренних блоков [кВт (БТЕ/ч)]	Трубопровод для жидкости [мм (дюйм)]	Трубопровод для газа [мм (дюйм)]
≤ 5,6(19 100)	Ø 6,35(1/4)	Ø 12,7(1/2)
< 16,0(54 600)	Ø 9,52(3/8)	Ø 15,88(5/8)
≤ 22,4(76 400)	Ø 9,52(3/8)	Ø 19,05(3/4)
< 36,4(124 200)	Ø 9,52(3/8)	Ø 22,2(7/8)

Подключение наружного блока

⚠ ОПАСНО!

- Если диаметр трубопровода B, подключенного после первого ответвления, превышает диаметр главного трубопровода A, то размер трубопровода B должен совпадать с размером трубопровода A.

Например) если внутренние блоки с отношением 120 % подключаются к наружному блоку мощностью 24 л. с. (67.2 кВт):.
1) Диаметр главного трубопровода наружного блока A: Ø 34.9 (трубопровод для газа), Ø 15.88 (трубопровод для жидкости).
2) Диаметр трубопровода B после первого ответвления для внутренних блоков с соотношением 120 % (80.6 кВт) : Ø 34.9 (трубопровод для газа), Ø 19.05 (трубопровод для жидкости). Таким образом диаметр трубопровода B, подключенного после первого ответвления, должен составлять Ø 34.9 (трубопровод для газа) / Ø 15.88 (трубопровод для жидкости), что совпадает с диаметром основного трубопровода.

[Пример]
Не выбирайте диаметр основной трубы по общей мощности внутреннего блока с нисходящим потоком; вместо этого выбирайте по названию модели наружного блока. Не допускайте, чтобы диаметр соединительной трубы от ответвления к ответвлению превышал диаметр основной трубы, выбранной по названию модели наружного блока.

Пример) При подключении внутренних блоков с наружным блоком на 22 л.с. (61.6 кВт) до 130 % системной мощности 80.1 кВт и при ответвлении одного из четырех внутренних блоков 7к (2.2 кВт) на 1-м ответвлении:
1) Диаметр основного трубопровода (наружный блок мощностью 22 л. с.): Ø 28.58 (трубопровод для газа), Ø 15.88 (трубопровод для жидкости).
2) Диаметр трубопровода между 1-м и 2-м ответвлениями (внутренние блоки мощностью 77.9 кВт): Ø 34.9 (трубопровод для газа), Ø 19.05 (трубопровод для жидкости) в соответствии с внутренними блоками с нисходящим потоком. Так как диаметр главного трубопровода наружного блока на 22 л.с. равен Ø 28.58 (трубопровод для газа), Ø 15.88 (трубопровод для жидкости), он должен использоваться в качестве главного трубопровода между 1-м и 2-м ответвлениями.

РУССКИЙ ЯЗЫК

Інструкції з прокладання фреонових магістралей (мал. 33)

5. **Монтаж дренажної системи**

Для виведення конденсату з внутрішніх блоків монтується дренажна система. Трубопроводи мають бути прокладені під нахилом, щоб забезпечити безперешкодний відтік води, або ж обладнуються дренажними насосами у разі потреби.

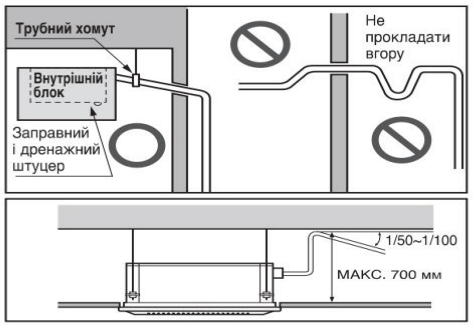
Дренажний трубопровід

- Дренажний трубопровід повинен мати ухил униз (1/50 - 1/100): не допускайте утворення ухилу змінного напрямку, щоб запобігти зворотному потоку.
- З'єднуючи дренажний трубопровід, не прикладайте надмірні зусилля до дренажного патрубка внутрішнього блока.
- Зовнішній діаметр дренажного патрубка внутрішнього блока - 32 мм.

Матеріал трубопроводу: труби і фітинги із полівінілхлориду VP-25

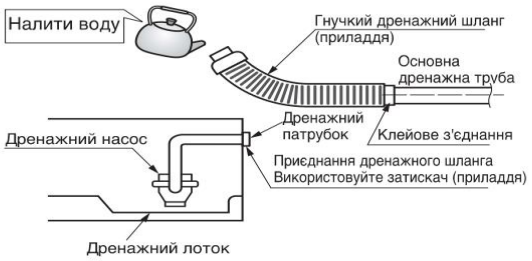
- Установіть теплоізоляцію на дренажний трубопровід.

Теплоізоляційний матеріал: пористий поліетилен товщиною не менше 8 мм.



Перевірка зливу

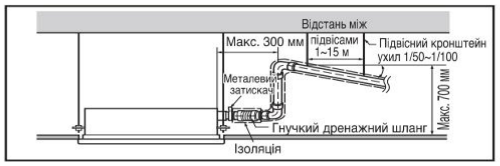
У даній моделі кондиціонера для відведення води використовується дренажний насос.
Для перевірки дренажного насоса скористайтеся наступною процедурою:



- Приєднайте основну дренажну трубу до зовнішнього роз'єму та залиште її в такому положенні до кінця випробування.
- Налийте воду у гнучкий дренажний шланг та перевірте трубопровід на витоки.
- Після підключення електричного кабеля обов'язково перевірте дренажний насос на працездатність і рівень шуму.
- По завершенні випробування приєднайте гнучкий дренажний шланг до дренажного патрубка внутрішнього блока.

⚠ УВАГА

Забороняється перегинати і скручувати гнучкий дренажний шланг із комплекту. Перегнутий або скручений шланг може стати причиною витоку води.



Інструкції з монтажу дренажної системи (мал.33)

6. **Прокладання електрокомунікацій**

Встановлення мультизональної системи потребує додаткового електроживлення і системи управління. Прокладаються електричні кабелі для підключення блоків та монтажу пультів керування.

РУССКИЙ ЯЗЫК

Кабели питания и кабели связи

Кабель управления

- Тип: экранированный кабель
- Сечение: 1.0—1.5 мм²
- Максимально допустимая температура: 60 °C
- Максимально допустимая длина кабеля: не более 300 м

Кабель дистанционного управления

- Тип: кабель с 3 проводниками

Центральный кабель управления

Тип изделия	Тип кабеля	Диаметр
ACP	кабель с 2 проводниками (экранированный кабель)	1.0~1.5 мм²
AC Smart	кабель с 2 проводниками (экранированный кабель)	1.0~1.5 мм²
AC Ez	кабель с 4 проводниками (экранированный кабель)	1.0~1.5 мм²

Разделение кабелей управления и питания

- Если линии связи и питания располагаются рядом друг с другом, то существует большая вероятность сбоев в работе вследствие возникновения помех в сигнальных проводах из-за взаимодействия электростатического и электромагнитного полей. В приведённой ниже таблице даются наши рекомендации относительно соответствующего расстояния между линиями связи и питания для тех случаев, когда их приходится располагать рядом.

Допустимый ток линии питания		Расстояние
100 V В или более	10 А	300 мм
	50 А	500 мм
	100 А	1 000 мм
	Более 100 А	1 500 мм

ПРИМЕЧАНИЕ

- Данные основаны на предполагаемой длине параллельных кабелей до 100 м. Для протяженности более 100 м данные должны быть пересчитаны в прямой пропорции к дополнительной длине примененного кабеля.
- Если форма волны тока линии питания по-прежнему имеет некоторое искажение, рекомендуемое в таблице расстояние необходимо увеличить.
  - Если провода линий укладываются в кабелепроводы, то при объединении нескольких проводов для ввода в эти кабелепроводы необходимо учитывать следующий момент.
  - Силовой кабель (включая кабель питания кондиционера воздуха) и кабели управления следует размещать отдельно.
  - При укладке не допускается совместное размещение кабелей питания и управления.

ВНИМАНИЕ!

Если аппарат не заземлён, всегда есть риск поражения электрическим током, заземление аппарата должно выполняться квалифицированным специалистом.

Проводка сетевого блока питания и мощность оборудования

- Используйте отдельные источники электропитания для наружного и внутреннего блоков.
- Учитывайте условия окружающей среды (температура окружающей среды, прямые солнечные лучи, дождевая вода и т. д.) для прокладывания проводки и соединений.
- Размер кабеля берется минимальным для прокладки в металлической трубе. Размер шнура питания должен быть толще на 1 типоразмер с учетом падения напряжения в линии. Напряжение питания не должно падать более чем на 10 %.
- Требования к электропроводке должны соответствовать правилам электропроводки региона.
- Шнуры питания частей устройств для использования снаружи не должны быть легче полихлоропренового защищенного гибкого шнура.
- Не устанавливайте отдельный выключатель или розетку, чтобы по отдельности отключать питание каждого внутреннего блока.

ОПАСНО!

- Учитывайте стандарты, относящиеся к электротехническому оборудованию, установленные государственными органами вашей страны, правила прокладки электропроводки и инструкции электроэнергетических компаний.
- Обязательно используйте указанные кабели для подключения, чтобы внешние силы не влияли на клеммные соединения. Если точки подключения не закреплены как следует, это может привести к нагреву или возгоранию.
- Убедитесь, что используете соответствующий тип переключателя для защиты от перегрузки. Обратите внимание, что образовавшаяся перегрузка по току может включать в себя составляющую постоянного тока.

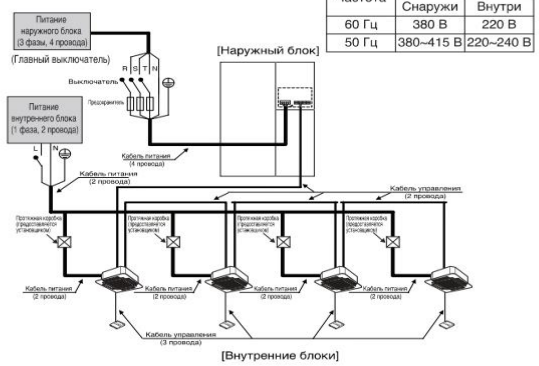
ВНИМАНИЕ!

- В некоторых местах монтажа может потребоваться установка прерывателя цепи с защитой при утечке на землю. Если прерыватель цепи с защитой при утечке на землю не установлен, это может привести к поражению электрическим током.
- Не используйте ничего другого, кроме прерывателя и предохранителя требуемого номинала. Использование предохранителя с проволокой слишком большого сечения может привести к неисправности прибора или возгоранию.

Монтаж проводки

Один наружный блок

Частота	Диапазон напряжения (В)	
	Снаружи	Внутри
60 Гц	380 В	220 В
50 Гц	380~415 В	220~240 В



Інструкції з прокладання електрокомунікації (мал.34)

7. **Пусконалагоджувальні роботи**

Після встановлення усіх компонентів необхідно провести пусконалагоджувальні роботи:

- вакуумізація фреонових магістралей для видалення вологи,
- заправка системи фреоном відповідно до специфікацій,
- тестування на герметичність.

Особливості монтажу мультизональних систем

- **Гнучкість системи**: Завдяки можливості незалежного регулювання температури в кожному приміщенні, монтажники повинні забезпечити оптимальне розташування внутрішніх блоків з урахуванням планування будівлі.
- **Налаштування автоматики та управління**: Мультизональні системи часто підтримують інтелектуальне керування, що дозволяє встановлювати різні режими роботи для окремих приміщень. Тому налаштування автоматизації є важливим етапом монтажу.
- **Забезпечення безперебійної роботи**: Для великих об'єктів часто встановлюють резервні блоки, щоб забезпечити надійну роботу системи у випадку відмови одного з блоків.

Загалом монтаж мультизональних систем кондиціонування – це комплексний процес, що вимагає детального планування, високоякісних матеріалів та дотримання стандартів техніки безпеки.

8.ОХОРОНА ПРАЦІ
ТА
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

8.1 Охорона праці

При монтажі мультизональних систем кондиціонування (VRF/VRV систем) важливо забезпечити належний рівень охорони праці та захисту навколишнього середовища. Нижче наведені основні аспекти, які слід врахувати:

Охорона праці

1. **Підготовка персоналу**:
    - Усі монтажники повинні пройти навчання з техніки безпеки.
    - Забезпечення інструктажу перед початком робіт з урахуванням специфіки об'єкта.
2. **Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ)**:
    - Монтажники повинні носити каски, рукавички, захисне взуття та при необхідності страхувальні системи.
    - Для робіт на висоті застосовуються монтажні пояси та страхувальні троси.
3. **Електробезпека**:
    - Робота з електропроводкою повинна виконуватися лише кваліфікованими електриками.
    - Обов'язково відключати живлення під час монтажу.
4. **Інструменти та обладнання**:
    - Використання лише справних інструментів, які регулярно перевіряються.
    - Забезпечення стабільності робочих платформ і драбин.
5. **Організація робочого місця**:
    - Очищення території від зайвих предметів.
    - Уникнення скупчення матеріалів на вузьких проходах або біля аварійних виходів.

Аналіз шкідливих та небезпечних факторів (табл.9)

№	Небезпечні і шкідливі виробничі фактори	Джерела факторів (види робіт)	Кількісні оцінки	Нормативні документи
1	2	3	4	5
1	Транспортні засоби	Транспортні роботи: підвезення матеріалів та конструкцій	Швидкість руху на прямих ділянках-10км/год на поворотах 5км/год	ДБН А.3.2-2 2009 Розділ 8 ДБН А.3.1-5-2009
2	Падіння людини з висоти	монтажні роботи а)зовнішні а)внутрішні	h=12,2м h=12,2 м h=8,0м	ДБН А 3.2-2-2009 Розділ 10,14,17,15,
3	Падіння конструкцій і матеріалів з висоти	монтажні, покрівельні, опоряджувальні а)зовнішні б)внутрішні навант-розвант	h=12,2м h=12,2м h=12,2м h=12,2м h=8,0м	ДБН А 3.2-2-2009 Розділ 10,14,17,15
4	Ураження електричним струмом	електромонтажні, зварювальні, освітлення, машини й механізми	220В, 6000/380В, 220В 220В, 380В	ДБН А.3.2-2-2009 п. 9, п.18 НПАОП 40.1-1.21-92
5	Недостатнє освітлення робочих місць	монтаж конструкцій, монтажні, опоряджувальні: внутрішні, зовнішні,	30лк 30лк 30лк 50лк 30лк	ДСТУ Б.А.3.2-15-2011 ДБН А.3.2-2-2009
6	Незадовільні параметри мікроклімату	Монтаж, експлуатація систем	t=20-22˚С f=60-46% v=0,3 м/с	ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99 НПАОП 0.00-1.11-98
7	Атмосферна електрика	Захист від блискавки	II катег.	ДСТУ Б.В.2.5-38-2008 ДСТУ EN 62305:2012
8	Пожежна безпека	Захист від пожежі	II ступ. вогнестійк. категор. пож.безп В	НАПБ Б.03.002-2007 ДБН В.1.1-7-2016 ДБН В.1.2-7-2016

8.1.1 Міри безпеки падіння людей з висоти

Перед підйомом монтажних конструкцій усі необхідні засоби для роботи на висоті, такі як монтажні площадки, навісні драбини та інші допоміжні елементи, встановлюються та надійно закріплюються на конструкціях. У процесі монтажу, а також під час виконання зварювальних робіт, використовуються спеціальні монтажні каркаси, що забезпечують безпеку робітників.

Для роботи на підмостях передбачено огородження висотою 0,9 метра, яке гарантує додатковий захист під час виконання робіт. При виконанні покрівельних робіт працівники зобов’язані використовувати запобіжні пояси та інші засоби індивідуального захисту. Також необхідно передбачити огородження робочих зон висотою 1,5 метра для забезпечення максимального рівня безпеки.

8.1.2 Міри безпеки падіння конструкцій та матеріалів з висоти

Під час переміщення елементів монтованих конструкцій або обладнання їх утримують від розгойдування та обертання за допомогою гнучких відтяжок. У разі перерв у роботі категорично заборонено залишати підняті елементи конструкцій чи обладнання на висоті.

До моменту встановлення монтажних елементів у проєктне положення та їх надійного закріплення заборонено перебування людей під ними. Розстропування конструкцій дозволяється виконувати лише після тимчасового або постійного закріплення елементів у передбаченому проєктом положенні.

Для підйому елементів необхідно використовувати вантажозахоплювальні засоби, які обрані відповідно до вимог проєкту і забезпечують безпеку виконання робіт.

8.1.3 Міри безпеки ураження електричним током

Усі металеві частини обладнання, які можуть опинитися під напругою внаслідок випадкового дотику, такі як корпуси зварювальних апаратів, надійно заземлені для забезпечення електробезпеки. На монтажних ділянках встановлено розподільчі щити, які забезпечують можливість підключення всього необхідного обладнання.

Під час прокладання та переміщення зварювальних проводів вживаються заходи для запобігання пошкодженню їхньої ізоляції. Особлива увага приділяється уникненню контакту проводів із водою, мастилом або металевими канатами, які можуть призвести до пошкодження ізоляційного покриття.

Відстань між зварювальними проводами і гарячими трубопроводами, а також балонами з киснем повинна бути не менше 0,5 м, а відстань до джерел гарячих газів – не менше 1,0 м. Зварювальний трансформатор захищається шляхом заземлення, виконаного з використанням сталевого кутика розміром **L50x50x2500 мм**.

Лінії електропередачі встановлюються на висоті, що відповідає вимогам безпеки:

- над дорогами – не менше 6 м;
- над пішохідними проходами – не менше 3,5 м;
- над робочими місцями – не менше 2,5 м.

8.1.3 Заходи профілактики шуму

Для захисту працівників від впливу шуму передбачено використання спеціальних захисних навушників. Вібраційне та інше обладнання регулярно перевіряється на відповідність встановленим шумовим характеристикам. Експлуатація машин і механізмів дозволяється лише за умови, що рівень шуму

не перевищує 80 дБ. У разі перевищення допустимих значень їхнє використання забороняється до усунення порушень.

8.2 Захист навколишнього середовища

1. **Правильна утилізація матеріалів**:
    - Залишки ізоляційних матеріалів, кабелів або упаковок необхідно здавати в спеціалізовані пункти утилізації.
    - Контролювати герметичність системи для уникнення витоків холодоагенту.
2. **Холодоагенти**:
    - Використання екологічно безпечних холодоагентів (наприклад, R32 або R410A).
    - При заміні чи дозаправці холодоагентів уникати їх потрапляння в атмосферу.
3. **Шумове забруднення**:
    - Монтаж устаткування повинен проводитися з дотриманням норм шумового впливу на навколишнє середовище.
4. **Енергозбереження**:
    - Встановлення енергоефективних систем кондиціонування з метою зменшення споживання електроенергії.
5. **Відходи будівельних матеріалів**:
    - Систематичний збір та вивіз будівельного сміття на санкціоновані полігони.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В 2.5-67:2013 – «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;

2. ДСТУ-НБВ 1.1-27:2010 – «Будівельна кліматологія»;

3. ДБН В.2.2-10-2022. «Будинки і споруди. Заклади охорони здоров'я. Редакція №2»;

4. ДСТУ ГОСТ ISO 14644-1:200 «Чисті приміщення й пов`язані з ними контрольовані середовища»;

5. Системи опалення будівель. Метод визначення проектного теплового навантаження: ДСТУ Б EN 12831:2008;

6. ДБН В 2.6-31:2016 – «Теплова ізоляція будівель»;

7. ДСТУ Б В.2.6-189:2013 «Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель»;

8. Пирков В. В. Особливості проектування сучасних систем водяного опалення. – К.: «Такі справи», 2003.– 176 с.;

9. Каталог Vents «Промислова та комерційна вентиляція», 2014р;

10. «Конциціювання повітря»/ Уклали: А.А. Пеклов, Т.А. Степанова, 2005р;

11. Технічний каталог Purmo «Панельні радіатори», 2020р;

12. Технічний каталог LG Electronics «MULTI V», 2024р;

13. Інструкція зі встановлення LG Electronics «Кондиціонер повітря»,2022р.;

14. ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення";

15. ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва";

16. ДСТУ Б А.3.2-15:2011 «Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків»;

17. ДБН В.1.1-7:2016 – «Пожежна безпека об‘єктів будівництва»;

18. ДБН В.1.1-31:2013-«Захист територій, будинків і споруд від шуму»;

19. Інженерні рішення з охорони праці при розробці дипломних проектів інженерно- будівельних спеціальностей: Навчальний посібник. – Київ: Основа, 2005.-336 с.;

20. Методичні вказівки до виконання розділу “Охорона праці” в дипломних роботах магістрів спеціальності 192 будівництво та цивільна інженерія спеціалізації теплогазопостачання та вентиляції/ уклад. І.В. Клімова, канд. техн. наук, доцент Ю.Й. Франчук, канд. техн. наук, доцент В.В. Мойсеєнко, канд. техн. наук, доцент: КНУБА, 2022.– 20 с;
21. Методичні рекомендації до практичних занять, курсового та дипломного проектування з курсу „ Опалення” на тему: „ Теплотехнічний розрахунок і підбір огороджуючих конструкцій будинків різного призначення” для студентів спеціальності 7.092108 „ Теплогазопостачання і вентиляція” / Уклад. Є.С. Зайченко.- К.: КДТУБА,2007.-34 с.;
22. Автоматизація індивідуального теплопункту / Харків : НТУУ «КПІ», 2011. 60 с.