

*Тема магістерської кваліфікаційної роботи*

# **Обґрунтування робочих параметрів систем створення мікроклімату чистих приміщень в галузі мікроелектроніки**

*Розробила: магістрант гр. ТГ-17м*

*Гашинська А.С.*

*Науковий керівник: к.т.н., проф.*

*Коц І.В*

# Актуальність роботи

- Сьогодні без чистих приміщень не обходиться жодна сфера мікроелектроніки, яка відноситься до числа високотехнологічних галузей промисловості і є надзвичайно важливим напрямом розвитку науково-технічного прогресу, що визначає економічну, виробничу, інформаційну та екологічну безпеку.
- Одна з умов прогресу даної системи полягає в забезпеченні її сучасною інфраструктурою по створенню технологічного середовища, необхідного для подальшої мініатюризації виробів. Основа такої інфраструктури - чисте приміщення являє собою складну технічну систему, що включає ряд підсистем і елементів для підготовки, підтримки та моніторингу параметрів внутрішньовиробничого середовища. Критерієм її якості є рівень забруднення, що виражається класом чистоти приміщення.
- Визначальну роль у забезпеченні класу чистоти відіграються системи кондиціонування та фільтрації повітря (СКФП), ефективність якої знаходиться в тісному взаємозв'язку зі станом зовнішнього повітря, конструктивно-технологічними особливостями системи, тепломасообмінних і аеродинамічними процесами, структурою і організацією технологічного процесу.

# Мета і задачі досліджень:

- Метою роботи є розроблення технічних рішень, щодо забезпечення системи мікроклімату в чистих приміщеннях для галузі мікроелектроніки.

**Для реалізації поставленої мети необхідно розв'язати наступні задачі:**

- провести аналітичний огляд систем створення мікроклімату чистих приміщень у галузі мікроелектроніки;
- забезпечити теоретичне обґрунтування вибору системи створення мікроклімату чистих приміщень у галузі мікроелектроніки;
- створити організаційно-технологічне забезпечення реалізації проектних рішень;
- розробка заходів з організаційно-технологічного забезпечення реалізації проектних рішень.

**Об'єктом роботи** є система забезпечення мікроклімату чистих приміщень для галузі мікроелектроніки .

- **Предмет роботи** – процеси тепломасообміну, які забезпечують контрольований мікроклімат приміщень, який відповідно до існуючих міжнародних стандартів підтримується у встановлених межах концентрації елементів забруднюючих речовин при наявному контролі за температурою, вологістю та тиском.

### **Наукова новизна:**

- складено математичну модель теплових балансів із врахуванням характерних особливостей мікроклімату для чистих приміщень в галузі мікроелектроніки;
- встановлено критерії для застосованої системи, які забезпечують оптимальні режими її функціонування;
- розроблено рекомендації стосовно параметрів енергоефективного кондиціонування та фільтрації повітря, що визначають умови забезпечення заданого класу ЧП з урахуванням ряду аспектів навколишнього середовища.

- **Практичне значення:**
- запропоновано науково обґрунтовану методику розрахунків системи створення мікроклімату для визначення конструктивних та технологічних процесів;
- розроблено проектні, конструктивні та технологічні рішення на прикладі виробничих приміщень;
- систематизована номенклатура енергоефективного обладнання системи кондиціонування та фільтрації повітря і розроблені практичні рекомендації по плануванню технологічного обладнання та організації праці персоналу, як засобів зниження енерговитрат.

- **Публікації:** тези статті «Сучасні системи створення мікроклімату чистих приміщень лікувально-профілактичних закладів» , «Енергоефективність в галузях економіки України – 2017», на XLVII науково-технічній конференції (2017 р.), тези статті «Особливості влаштування «чистих приміщень» у мікробіологічній промисловості» , тези статті «Сучасні системи створення мікроклімату у виробничих цехах харчової та переробної промисловості» , тези статті «Конструктивне застосування шлюзів у чистих приміщеннях» , на Міжнародній науково-технічній конференції «Інноваційні технології в будівництві-2018», також «Обґрунтування робочих параметрів системи створення мікроклімату чистих приміщень в галузі мікроелектроніки» на Всеукраїнській науково-практичній інтернет-конференції «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи-2019» (див. додаток).
- **Структура роботи:** робота складається з 4-х розділів, додатків, включає 117 сторінок пояснювальної записки, графічна частина 10 аркушів формату А1.

- Відповідно до стандарту ДСТУ ISO 14644-1 ЧП - це приміщення, в якому контролюється концентрація завислих в повітрі часток, що збудоване та використовується так, щоб зводити до мінімуму надходження, виділення й утримання частинок всередині приміщення, та що дозволяє, в міру необхідності, контролювати інші параметри , наприклад, температуру, вологість і тиск повітря.
- Основним класифікаційним критерієм класу чистоти служить рахункова концентрація частинок (аерозолів) розміром від 0,1 до 5 мкм в 1 м<sup>3</sup> повітря (таблиця 1)

# Таблиця 1 – Класифікація ЧП по стандартам ДСТУ ISO 14644-1

Клас ЧП	ISO 14644-1	Гранично-допустиме число частинок в м <sup>3</sup> повітря розміром рівним або перевищує дане значення, мкм						
		0,1	0,2	0,3	0,5	1,0	5,0	
1 ISO	1	10	2					
2 ISO	2	100	24	10	4			
3 ISO	3 (1)	1000	237	102	35	8		
4 ISO	4 (10)	10000	2370	1020	352	83		
5 ISO	5 (100)	100000	23700	10200	3520	832	29	
6 ISO	6 (1000)	1000000	237000	102000	35200	8320	293	
7 ISO	7 (10000)				352000	83200	2930	
8 ISO	8 (100000)				3520000	832000	29300	
9 ISO	9 (10000000)				35200000	8320000	293000	



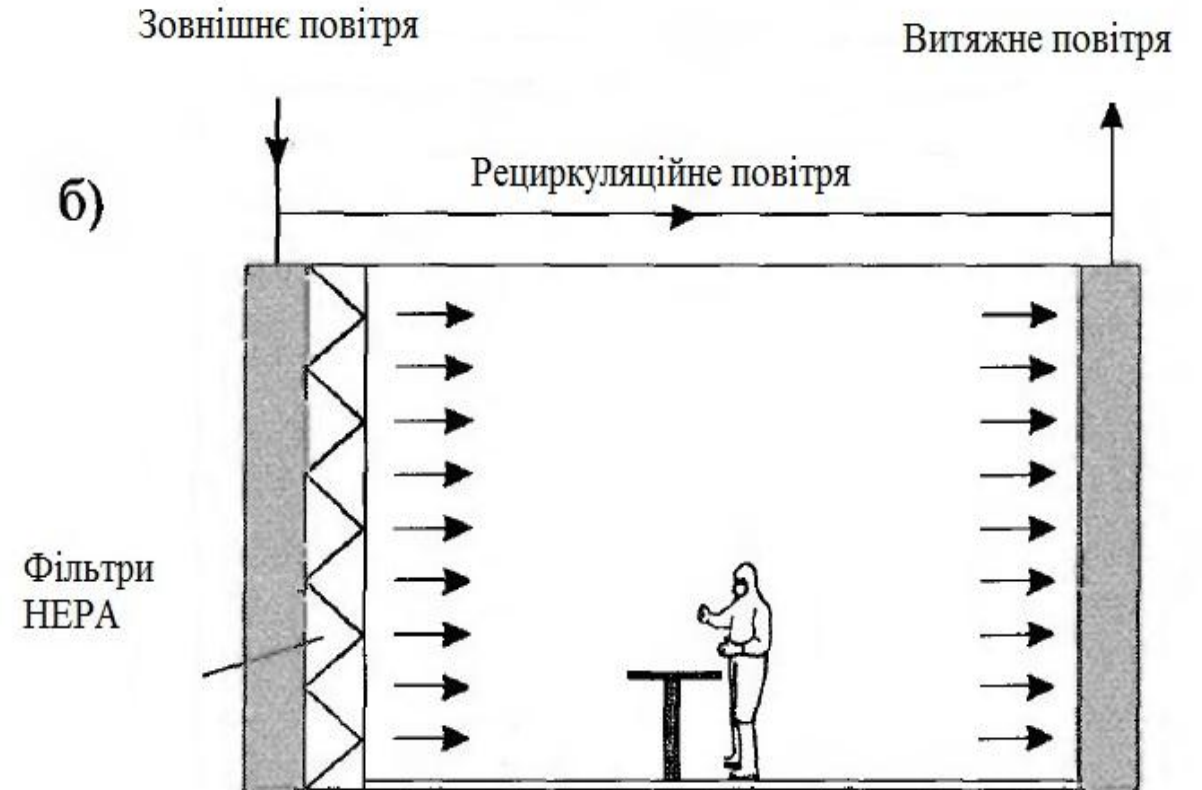
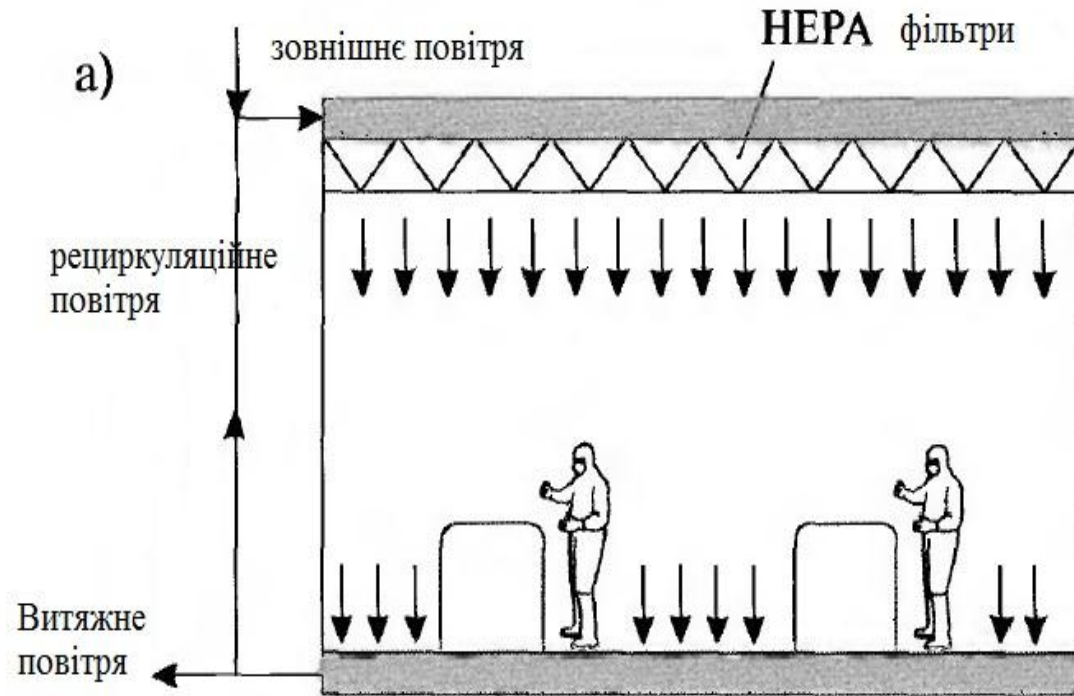
## Таблиця 2 – Основні параметри технологічного мікроклімату, що підлягають контролю

№ п/п	Параметри	Значення параметрів
1	Концентрація частинок, част./м <sup>3</sup>	Згідно з ДСТУ ГОСТ ІСО146441:2004(Наказ від 05.07.2004 №131)
2	Відносна вологість, %	40±5(±0,5, ±1, ±2,5)
3	Температура, °С	20-22(±0,05, ±0,1, ±0,2, ±0,5)
4	Швидкість повітря, м/с	0,25-0,5
5	Кратність повітрообміну, раз/час	20-500
6	Надлишковий тиск	10-20
7	Рівень вібрації в інтервалі частот 0-10 Гц, дБ	0,2; 0,3; 0,4; 1,0
8	Рівень шуму, дБ	До 55

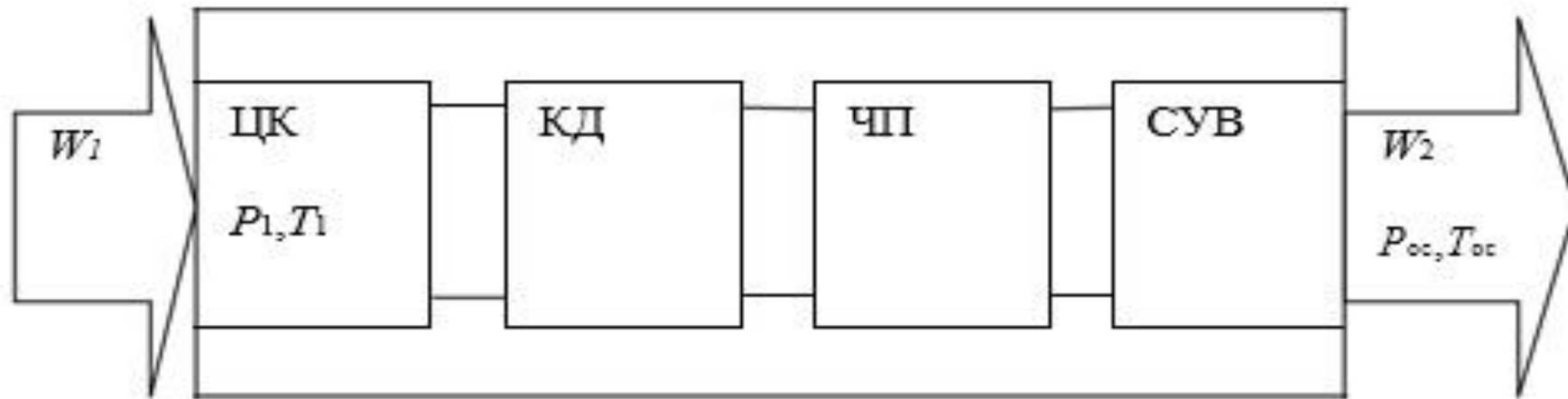
Існує два принципово різних види потоків повітря:

а) односпрямований потік, який часто називають ламінарним, що не зовсім точно;

б) неодноструємований потік часто званим також турбулентним



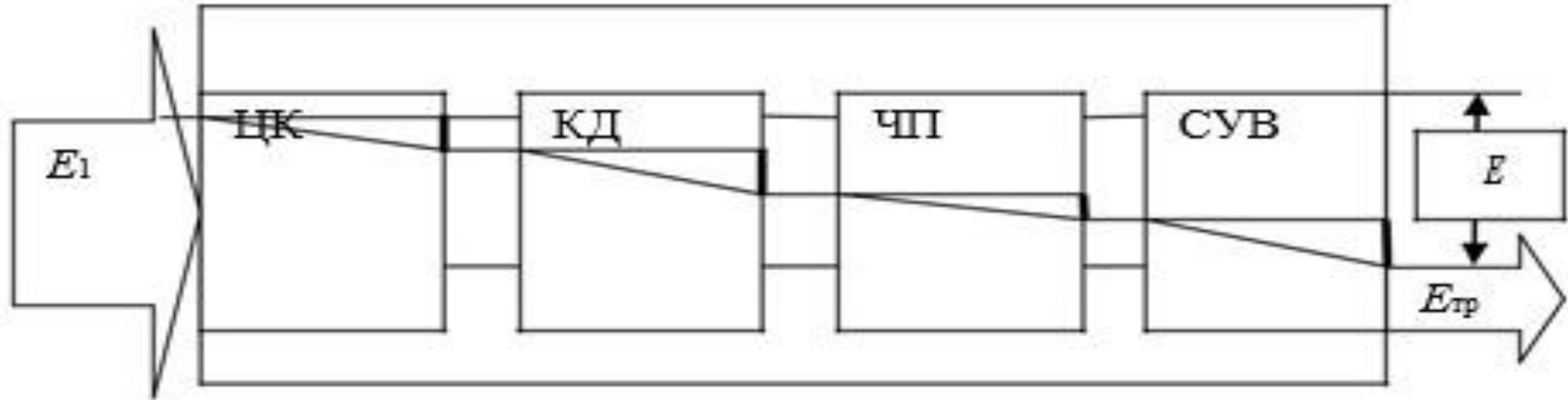
**На сьогоднішній день набули поширення два підходи до дослідження енергетичних перетворень в технічних системах.**



### **Діаграма енергетичних потоків прямої схеми**

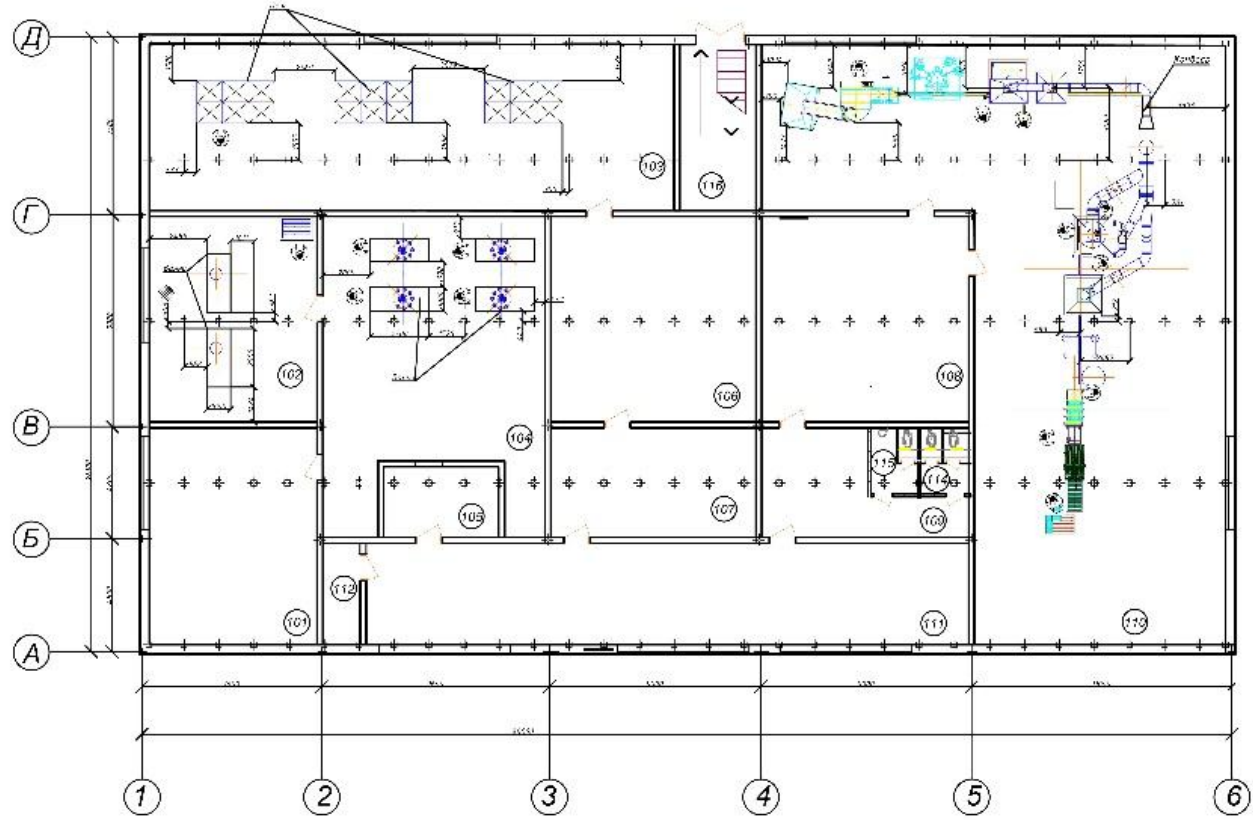
Діаграма показує дотримання закону збереження енергії і наявність балансу, оскільки через кордони термодинамічної системи підводиться і відводиться рівну кількість енергії  $W_1 = W_2$ .

## Діаграма Грассмана для прямої схеми СКФП



В ексергетичному балансі  $E_2$  менше  $E_1$  на суму втрат в елементах системи:  $E$ ,  $E_{цк}$ ,  $E_{кд}$ ,  $E_{чп}$ ,  $E_{сув}$ , представлених на діаграмі у вигляді вертикальних катетів трикутників втрат. Втрати ексергії можуть бути внутрішніми ( $\Delta E_i$ ), пов'язаними з недосконалістю системи і її елементів (наприклад, гідравлічні опори) і зовнішніми ( $\Delta E_e$ ) з видаленням повітрям. Ексергія вхідних потоків будь-якого усталеного процесу завжди перевищує ексергію вихідних потоків. Ця різниця є мірою термодинамічної незворотності процесів, а її кількісне визначення дозволяє встановити, де втрачається якість енергії.

План 1-го поверху, 1:100



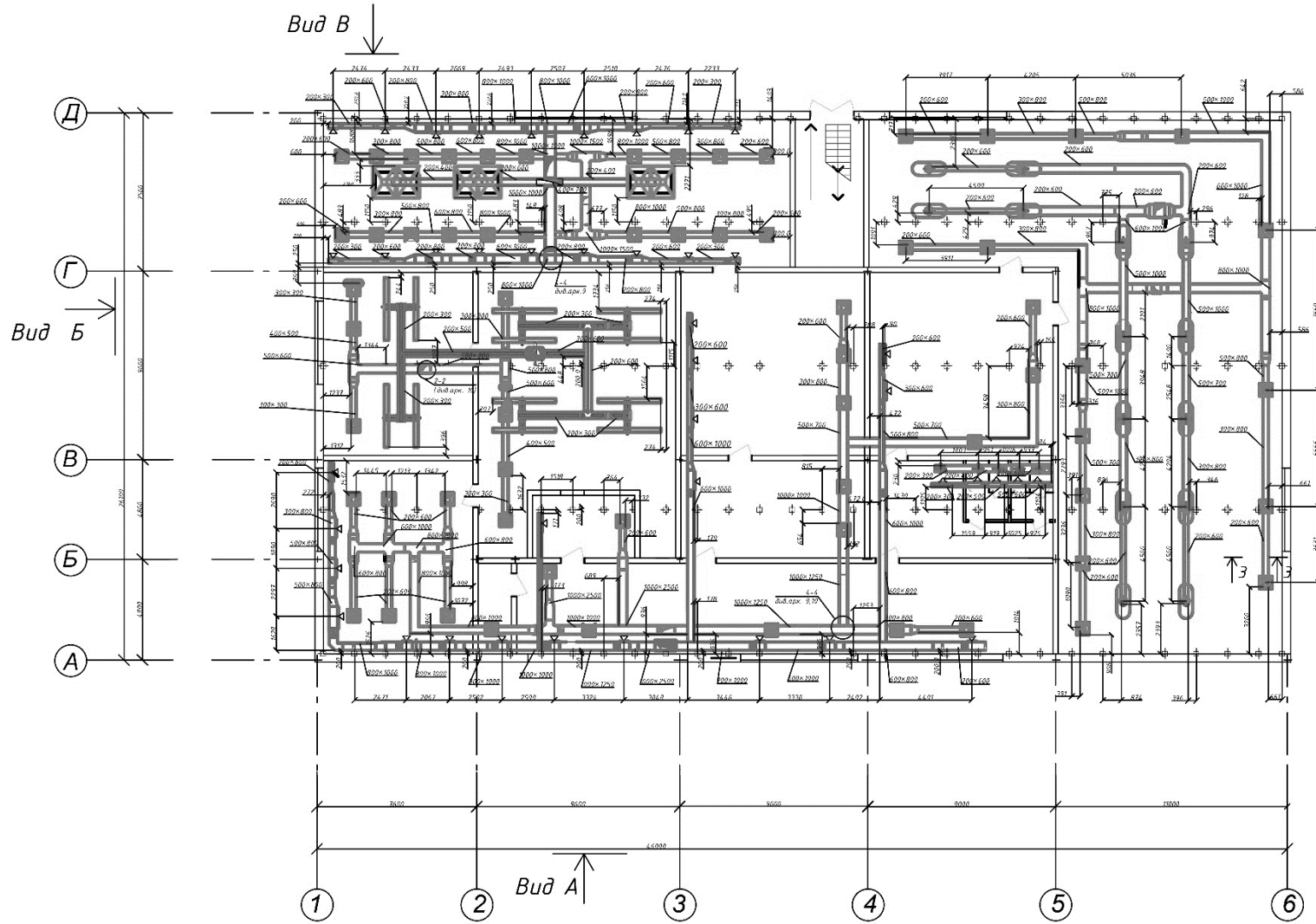
Експлікація приміщення

№ приміщення	Експлікація приміщення	Площа, м <sup>2</sup>	Категорія приміщення
Перший поверх			
101	Робоче приміщення	12,96	
102	Цех хімічної підготовки	66,4	
103	Термічний цех	196,5	
104	Цех хімічної підготовки	92	
105	Гамбура	12,0	
106	Робоче приміщення	81,6	
107	Робоче приміщення	43,2	
108	Гамбура	81,6	
109	Гамбура	32,0	
110	Монтажно-зварний цех	954,6	
111	Робоче приміщення	122,88	
112	Гамбура	9,6	
114	Санвузол	5,6	
115	Санвузол	5,6	
116	Лавочки кітми	5,6	
	Загальна площа	1316,79	

№ 111/100/1	№ 111/100/1
№ 111/100/1	№ 111/100/1
№ 111/100/1	№ 111/100/1

08.12-МКР.005.00.000 08			
Об'єкт: будівництво робочого приміщення металургійного цеху			
Підприємство: ВАТ «ІЖОРСТАЛЬ»			
Масштаб: 1:100			
Архітектор: В.П.С.			
Інженер: В.П.С.			
Дата: 11.12.2014			
ВСТУП, ЛІТ. 1/1			

План 1-го поверху з системою вентиляції, 1:100

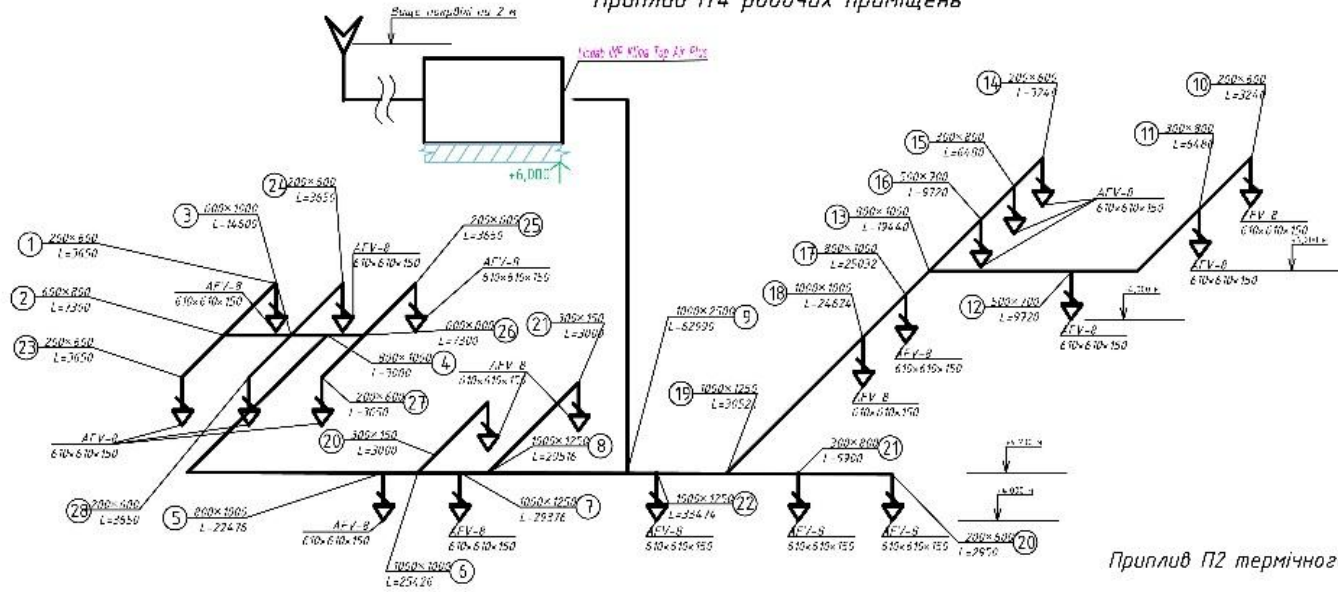


Листочок  
 1. Інформація обов'язкова. Виріб на території наведено в додатку К.  
 2. Діаметр має відповідати вказівці в арт. 1, 2, 9, 9.

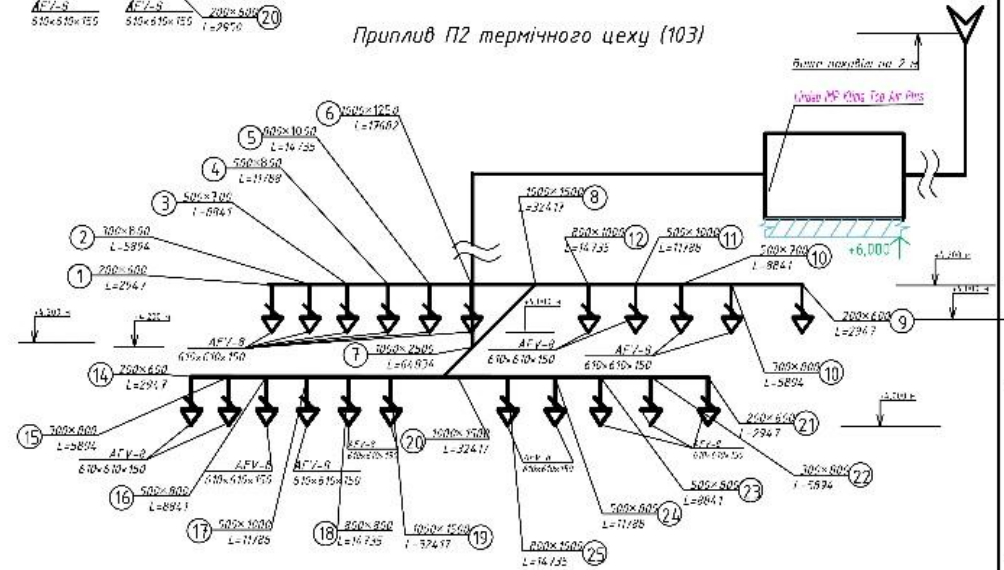
№	Позначення	Категорія
1	Вентилятор	В
2	Дифузор	Д
3	Канал	К
4	Колодець	К
5	Колодець	К
6	Колодець	К
7	Колодець	К
8	Колодець	К
9	Колодець	К
10	Колодець	К
11	Колодець	К
12	Колодець	К
13	Колодець	К
14	Колодець	К
15	Колодець	К
16	Колодець	К
17	Колодець	К
18	Колодець	К
19	Колодець	К
20	Колодець	К
21	Колодець	К
22	Колодець	К
23	Колодець	К
24	Колодець	К
25	Колодець	К
26	Колодець	К
27	Колодець	К
28	Колодець	К
29	Колодець	К
30	Колодець	К
31	Колодець	К
32	Колодець	К
33	Колодець	К
34	Колодець	К
35	Колодець	К
36	Колодець	К
37	Колодець	К
38	Колодець	К
39	Колодець	К
40	Колодець	К
41	Колодець	К
42	Колодець	К
43	Колодець	К
44	Колодець	К
45	Колодець	К
46	Колодець	К
47	Колодець	К
48	Колодець	К
49	Колодець	К
50	Колодець	К
51	Колодець	К
52	Колодець	К
53	Колодець	К
54	Колодець	К
55	Колодець	К
56	Колодець	К
57	Колодець	К
58	Колодець	К
59	Колодець	К
60	Колодець	К
61	Колодець	К
62	Колодець	К
63	Колодець	К
64	Колодець	К
65	Колодець	К
66	Колодець	К
67	Колодець	К
68	Колодець	К
69	Колодець	К
70	Колодець	К
71	Колодець	К
72	Колодець	К
73	Колодець	К
74	Колодець	К
75	Колодець	К
76	Колодець	К
77	Колодець	К
78	Колодець	К
79	Колодець	К
80	Колодець	К
81	Колодець	К
82	Колодець	К
83	Колодець	К
84	Колодець	К
85	Колодець	К
86	Колодець	К
87	Колодець	К
88	Колодець	К
89	Колодець	К
90	Колодець	К
91	Колодець	К
92	Колодець	К
93	Колодець	К
94	Колодець	К
95	Колодець	К
96	Колодець	К
97	Колодець	К
98	Колодець	К
99	Колодець	К
100	Колодець	К

					08.12-МКР.005.00.000 ОВ				
Обладнання робочої парижської системи вентиляції									
виробництва чеської фірми "Венті" в г. Прага, Чехія									
№	Кол.	Група	Мат. ф.	Діаметр	Довжина	Категорія	Артикул	Діаметр	Довжина
Вентилятор	1	В	1	200	600	В	1000000000	200	600
Дифузор	1	Д	1	200	600	Д	1000000000	200	600
Система вентиляції частини приміщення в г. Прага, Чехія									
система вентиляції частини приміщення в г. Прага, Чехія									
Розробник	Харченко О.А.								
Виконавець	Харченко О.А.								
							Лист	2	10

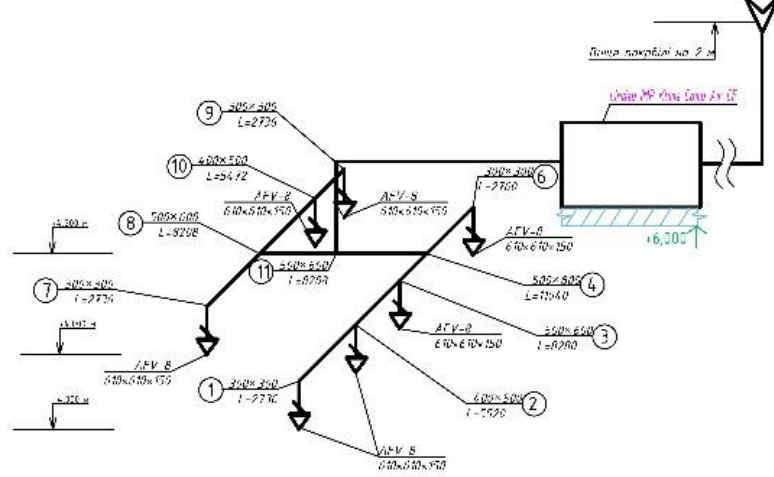
Приплив П4 робочих приміщень



Приплив П2 термічного цеху (103)

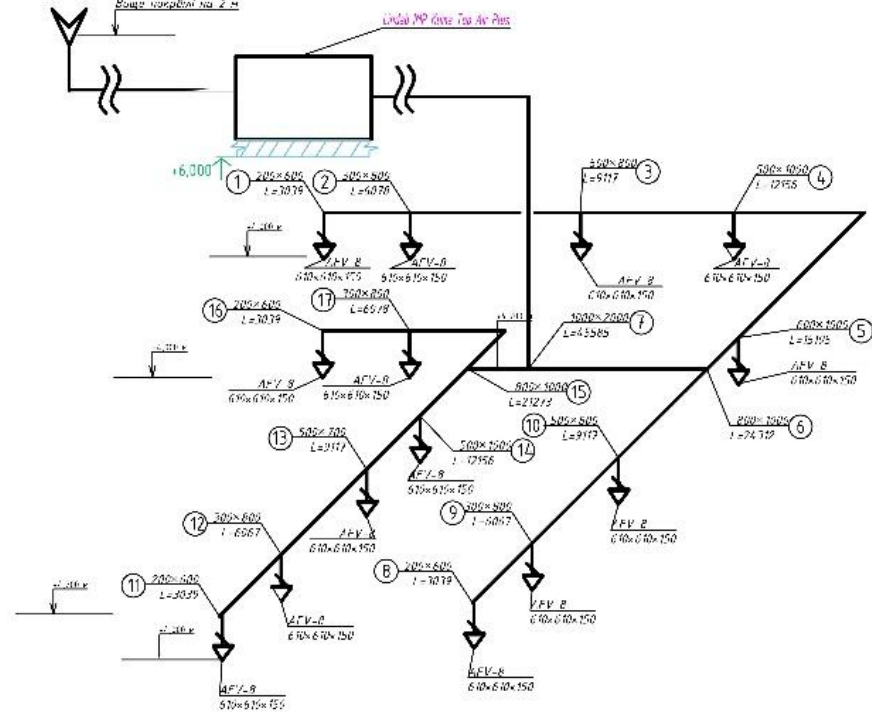


Приплив П1 цехів хімічної підготовки (101-102)

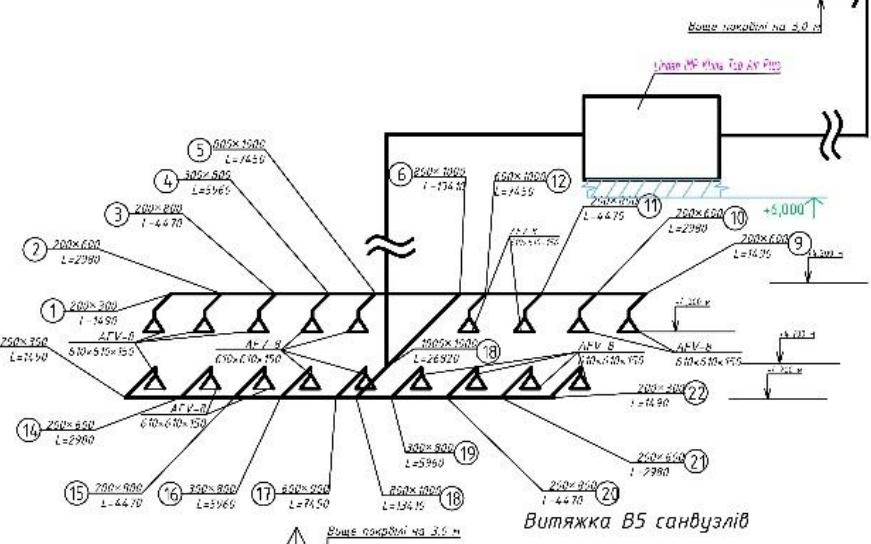


08.12-МКР 005.00.000 ОВ			
№	П	В	Т
1	1	1	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	1
5	1	1	1
6	1	1	1
7	1	1	1
8	1	1	1
9	1	1	1
10	1	1	1
11	1	1	1
12	1	1	1
13	1	1	1
14	1	1	1
15	1	1	1
16	1	1	1
17	1	1	1
18	1	1	1
19	1	1	1
20	1	1	1
21	1	1	1
22	1	1	1
23	1	1	1
24	1	1	1
25	1	1	1
26	1	1	1
27	1	1	1
28	1	1	1

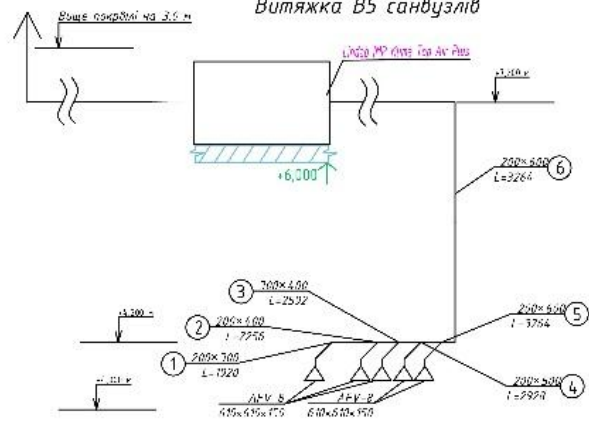
Приплив ПЗ монтажно-збірний цеху (110)



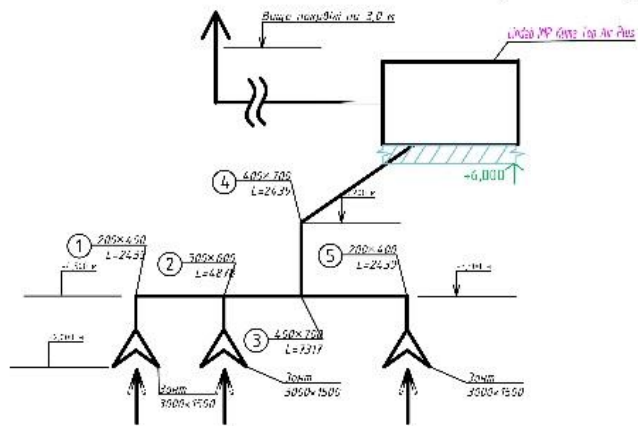
Загальнообміння витяжка В2 термічного цеху (103)



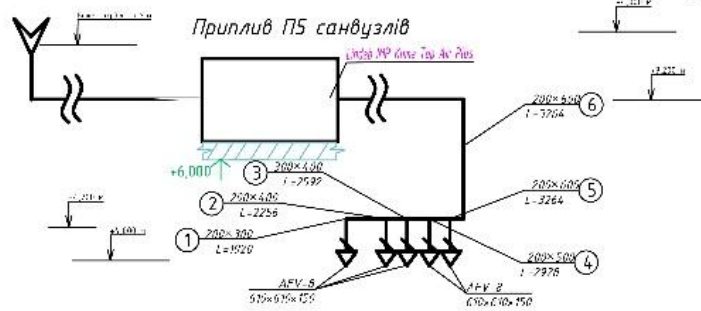
Витяжка В5 санвузлів



Місцева вентиляція В2 термічного цеху(103)



Приплив ПЗ санвузлів



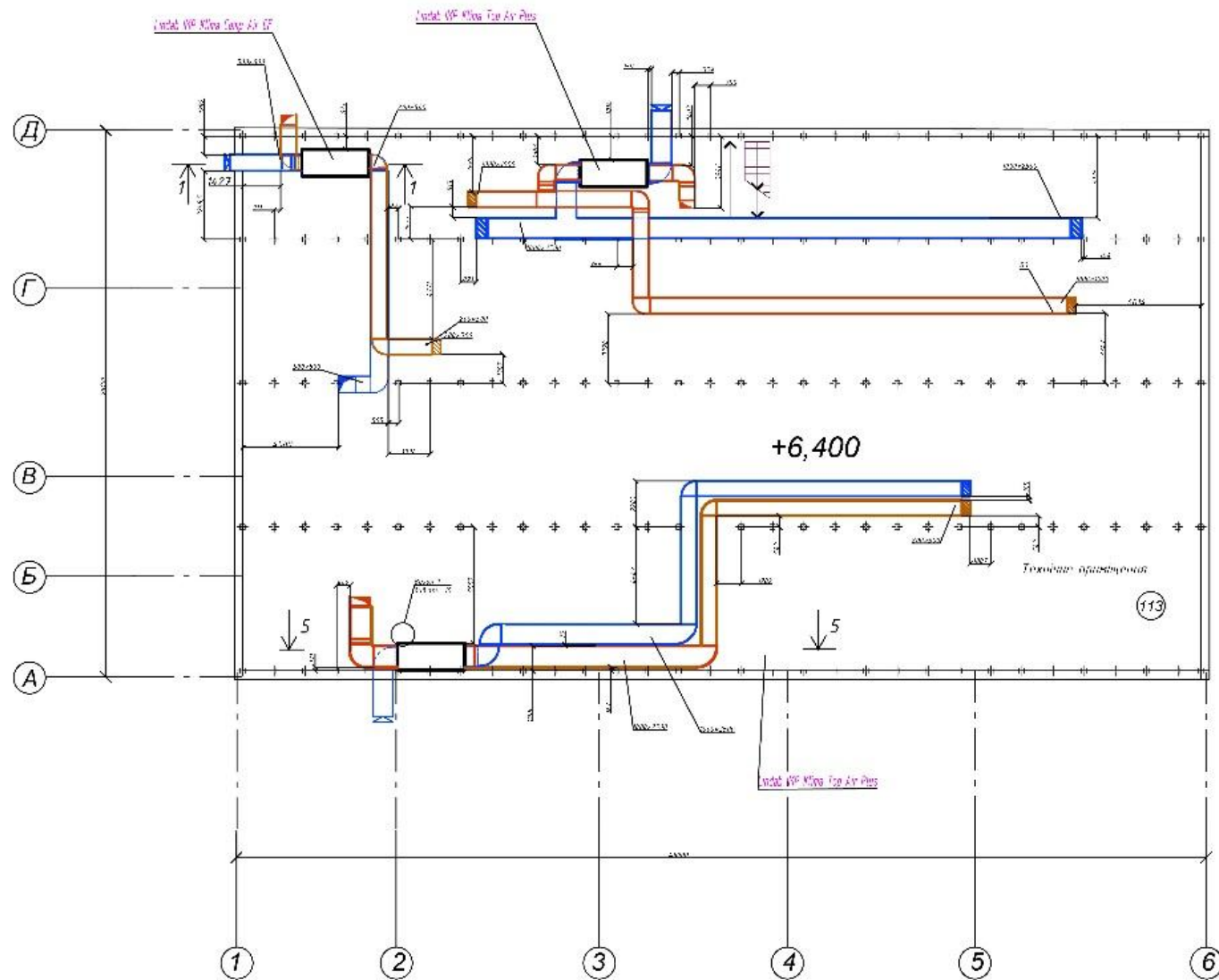
OB.12-MKP.005.00.000.OB	
Класифікаційне рішення: проєктування системи опалення та вентиляції теплової ділянки в складі житлово-комунального об'єкта	
Проектант	Л.В.С.
Перевірив	Л.В.С.
Розробник	Л.В.С.
Відомство	Л.В.С.
Архитектор	Л.В.С.
Спеціаліст	Л.В.С.
Інженер	Л.В.С.
Конструктор	Л.В.С.
Машинист	Л.В.С.
Сторінка	4 з 5
Дата	2012.11.17







План системи вентиляції на 2-му технічному поверсі, 1:100

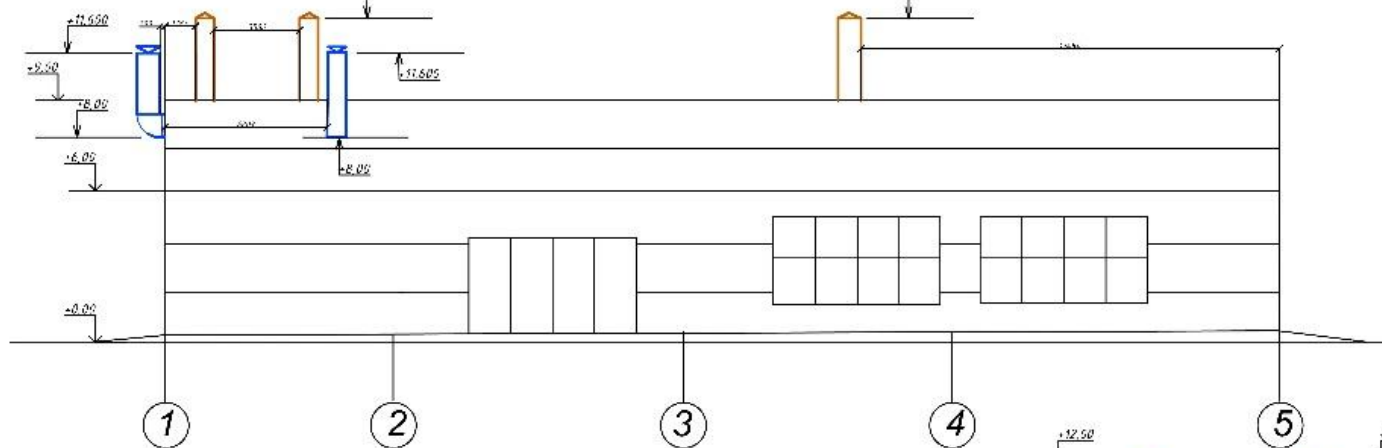


№	П	В	Д
1	2	3	4

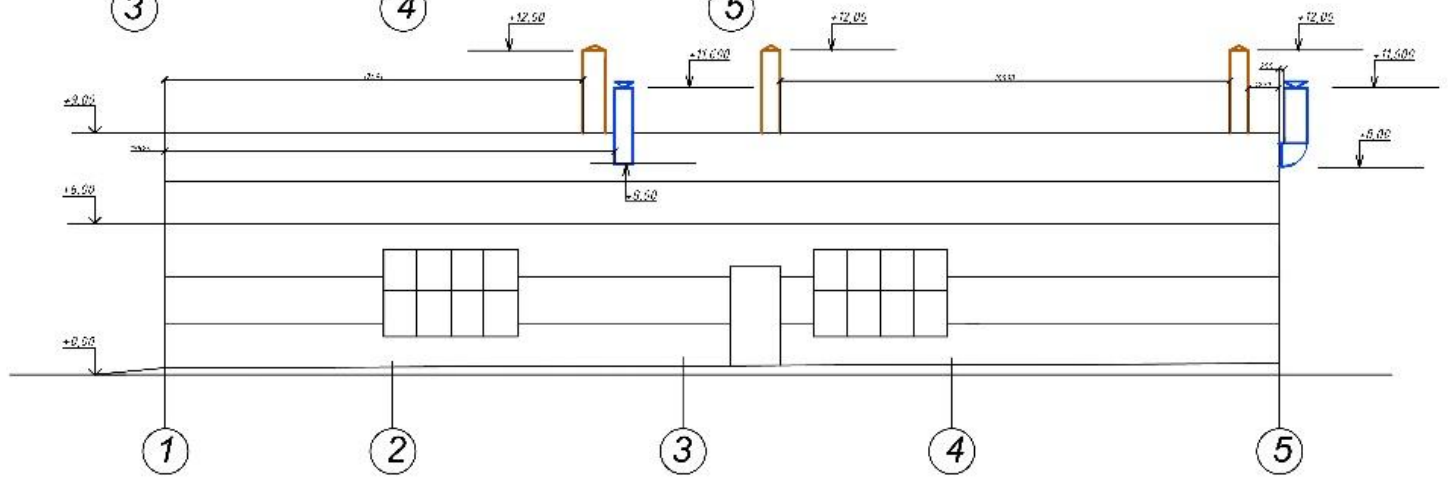
08.12-МКР.005.00.000.08			
Проектна документація на вентиляційну систему загальнобудівничого призначення з використанням систем VRF			
№	П	В	Д
1	2	3	4
План системи вентиляції 2-го технічного поверху			ВНТ. 11-12

Вид А

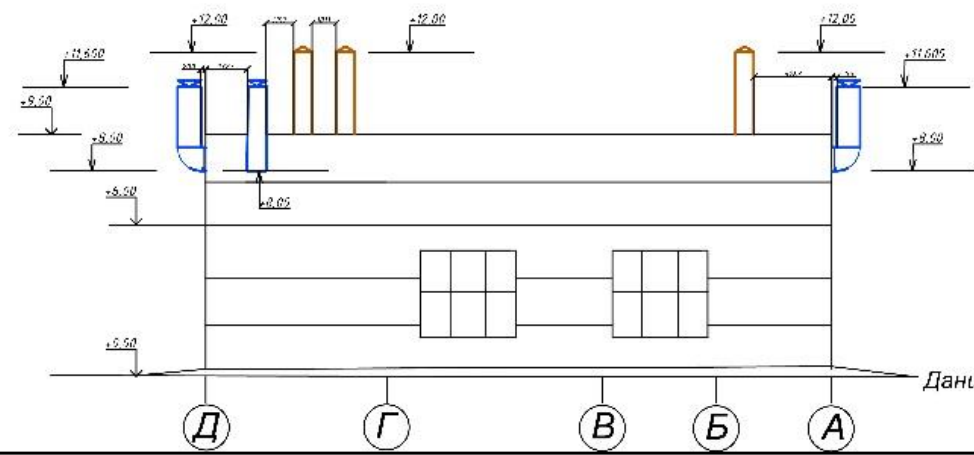
Вид А, Б, В, 1:100



Вид В



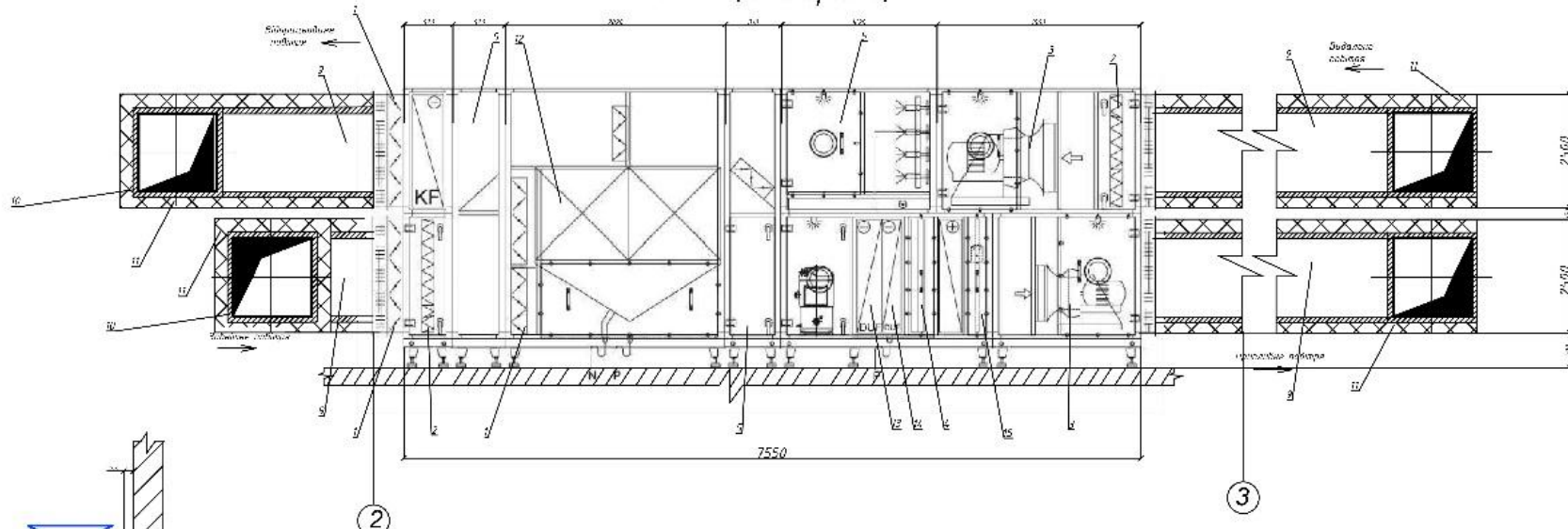
Вид Б



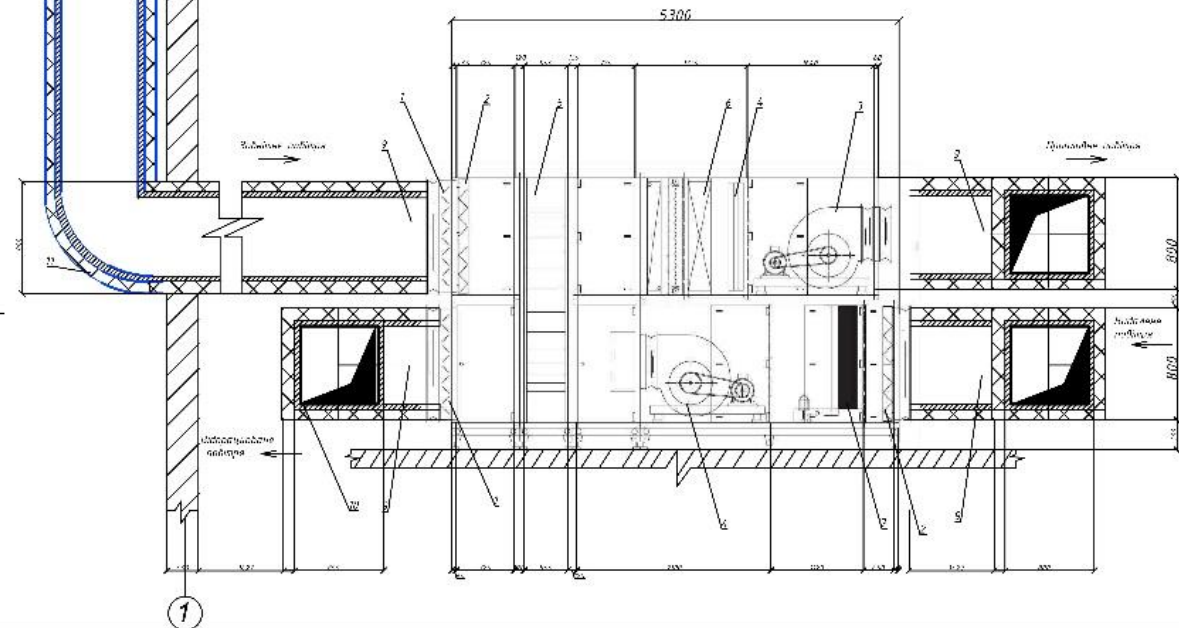
Даний арк. читати разом з арк. 7, 2

						08.12-МКР.005.00.000.08			
						Обґрунтування робочих параметрів систем створення мікроклімату житлових приміщень в галузі інженеринґу			
Ім'я	Посл.	Автори	М. д. в.	Титул	Дата	Система автоматизованого контролю клімату житлових приміщень в галузі інженеринґу	Студент	Архив	Архивний
Розробив	Проєктував	Деталь	Деталь				МКР	Б	10
Модельовав	Креслював	Креслював	Креслював			Фасади А, Б, В, Б, В	ВНТУ, ТГ-17М		
В. Контрляв	Деталь	Деталь	Деталь						

### 5-5 (див. арк. 7)



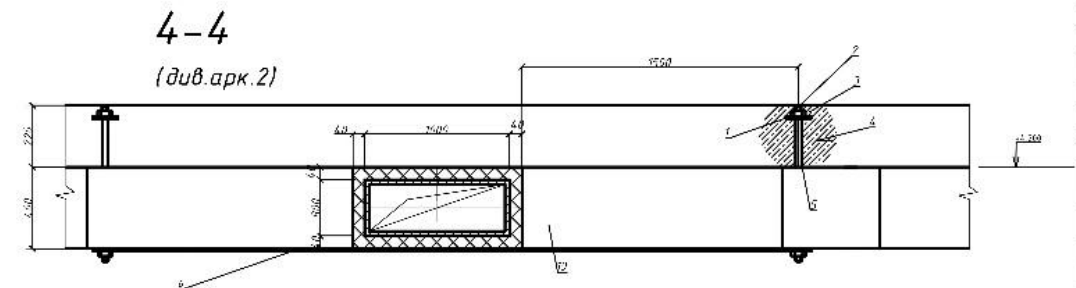
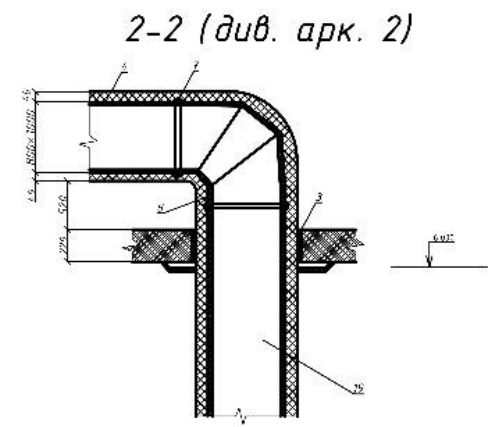
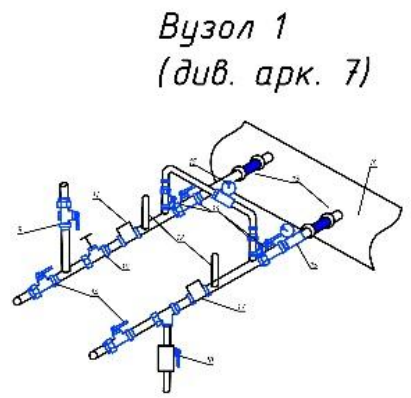
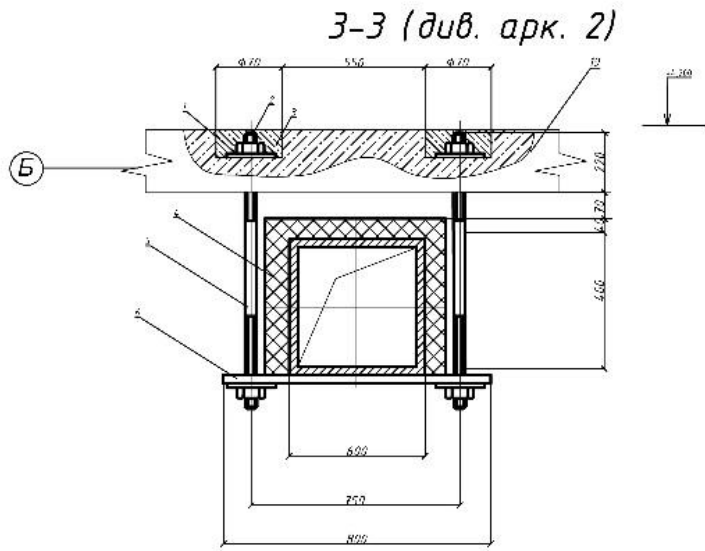
### 1-1 (див. арк. 7)



#### СПЕЦИФІКАЦІЯ ВИТРАТ МАТЕРІАЛІВ

Поз.	Позначення	Найменування	Одиниця виміру	Кількість	Маса од., кг	Примітки
1	1-й клас ДНФ Кітла	карстовий порцеляновий плити	шт	6		
2	1-й клас ДНФ Кітла	плити з фібробетонним покриттям	шт	6		
3	1-й клас ДНФ Кітла	Полікарбонат	м <sup>2</sup>	1,3		
4	1-й клас ДНФ Кітла	пенополіуретан	шт	8		
5	1-й клас ДНФ Кітла	Класова обробка ступін	шт	6		
6	1-й клас ДНФ Кітла	Клас з фібробетонним покриттям	шт	6		
7	1-й клас ДНФ Кітла	Клас з фібробетонним покриттям	шт	3		
8	1-й клас ДНФ Кітла	Клас з фібробетонним покриттям	шт	3		
9	КВЛМ 4-20	Полікарбонат	100 м <sup>2</sup>	0,46		
10	VENTSERVIS	технічне рішення	м	4,66		
11	TECHOLIFE	технічне рішення n = 40 мм	шт	3		
12	1-й клас ДНФ Кітла	Мікрокартон	шт	6		
13	1-й клас ДНФ Кітла	Клас з фібробетонним покриттям	шт	6		
14	1-й клас ДНФ Кітла	Розширювальний шпальт	шт	6		
15	1-й клас ДНФ Кітла	Клас з фібробетонним покриттям	шт	6		

08.12-МКР.005.00.000.00						
Об'єктна робота: проектування систем вентиляції						
Технічне рішення: технічне рішення в галузі вентиляції						
Ім'я, прізвище	Корпус	Місце	Титул	Датум	Сторінка	Архив
Розробник	Корпус	Місце	Титул	Датум	МКР	9
Перевірив	Корпус	Місце	Титул	Датум		
Інженер	Корпус	Місце	Титул	Датум		
Зачекав	Корпус	Місце	Титул	Датум		
Вартість: 4,1 Т.5					ВНТУ, ТГ-17м	



СПЕЦИФІКАЦІЯ ВИТРАТ МАТЕРІАЛІВ

Поз.	Позначення	Найменування	Єдн. виміру	Кіль-ність	Маса од., кг	Примітки
1	Арка 9	Шари М42	шт	6		
2	Арка 9	Гайки М42	шт	6		
3	Арка 9	Шпатель-пластич розшир	шт	13		
4	ТЕРМОКСРЕ (розшир 3)	Термоксре, n = 60 мм	шт	8		
5	Арка 9	Шпатель М42	шт	6		
6	АКС 9	Крутилка	шт	25		
7	ВЕНТСЕРВІС	Надзвичайний ВЕН-1000 мм	м	115		
8	ВЕНТСЕРВІС	Забезпечення ізоляція	м	469		
9	Вене	Вене для ступи арки	шт	3		
10	Вене	Блок розширювальний	шт	3		
11	Вене	Вене пластик	шт	3		
12	Вене	Вене пластик на дроб/дуб	шт	6		
13	Вене	Кабельні каналі	шт	6		
14	Вене	Вене пластик	шт	6		
15	Вене	Вене пластик	шт	6		
16	Вене	Вене пластик	шт	3		
17	Вене	Вене пластик	шт	3		
18	Вене	Вене пластик	шт	3		
19	ВЕНТСЕРВІС	Побити/венти	100м	6.46		

08.12-МКР.005.00.000 0В

Обладнання роботи персоналії системи управління мікроплатою чистих приміщень в галузі мікроелектроніки

Змін.	Кому	Дата	Відом.	Тіп	Докум.	Склад	Архів	Листів
Розробив	Технічний	21						
Перевірив	Кор. 10							
Прийняв	Складен 9.2							
М.П.Складен 9.2	Складен 9.2							
Замов.	Кор. 10							

Було 1, розробки 2-2, 3-3, 4-4

ВНТУ, ТГ-17м

# Основні техніко – економічні показники

Найменування показників	Одиниці вимірювання	Значення
Витрата повітря	м <sup>3</sup> /год	322000
Річна кількість годин роботи	год	3364
Кошторисна вартість	тис.грн	2632,68
Кошторисна заробітна плата	тис.грн	181,008
Середній розряд робіт	розряд	4,5
Кількість робітників	чол	8
Загальна тривалість будівництва	днів	49
Термін окупності	років	6 місяців

# Висновок

1. Виконано аналітичний огляд внутрішнього мікроклімату ЧП відповідно до чинних норм та стандартів. Розглянуто тепломасообмінні процеси та наведено приклади тепломасообмінних процесів, які відбуваються у виробничих приміщеннях різного призначення для виробництва мікросхем. За результатами техніко – економічного розрахунку обрано і обґрунтовано варіант з найбільш раціональними параметрами створення мікроклімату для ЧП в галузі мікроелектроніки .
2. Для обраного способу забезпечення параметрів мікроклімату проведено необхідні розрахунки, для визначення необхідних витрат повітря, та складено тепловий баланс приміщення, підібрано необхідне обладнання для забезпечення необхідних параметрів системи мікроклімату ЧП в галузі мікроелектроніки.
3. В розділі з організаційно – технологічного забезпечення проведено аналіз системи, що прийнята до монтажу, підібрано необхідне обладнання, механізми та інструменти, визначено склад, об'єм, тривалість і трудомісткість, розроблено календарний план виконання монтажних робіт системи що забезпечує раціональні параметри мікроклімату ЧП в галузі мікроелектроніки.
4. Розраховано економічний ефект від впровадження системи мікроклімату для галузі мікроелектроніки. Наведено основні техніко – економічні показники:
  - загальна витрата повітря системою вентиляції становить 295299 м<sup>3</sup>/год;
  - кошторисна вартість будівництва системи вентиляції ЧП 2632,68 тис.грн;
  - термін окупності системи 6 місяців;
  - загальна тривалість будівництва 47 днів.



# СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРА

1. Матеріали науково–аграрної конференції підрозділів Вінницького національного аграрного університету ( ВНАУ–2018), Вінниця, 2018р.[Електронний ресурс]  
Режим доступу: <http://nuft.edu.ua/news/arxiv>
2. Матеріали науково–аграрної конференції підрозділів Вінницького національного аграрного університету ( ВНАУ–2018), Вінниця, 2018р.[Електронний ресурс]  
Режим доступу: <http://nuft.edu.ua/news/arxiv>
3. Інноваційні технології в будівництві-2018 Вінниця,2018.[Електронний ресурс]  
Режим доступу:  
<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/index/index/search/advancedResults>