

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-Строительный институт
Кафедра Инженерные системы зданий и сооружений

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой

подпись инициалы, фамилия

« ____ » _____ 2023 г.

Выпускная квалификационная работа

Проектирование гостинично-апартаментного комплекса класса "А+" в
г. Красноярске с применением ТИМ
08.03.01 «Строительство»

Руководитель	_____	доцент, к. т. н.	Панфилов В. И.
	подпись, дата		
Выпускник	_____		Рушаков Д. С.
	подпись, дата		
Нормоконтролер	_____	доцент, к. т. н.	Панфилов В. И.
	подпись, дата		

Красноярск 2023

РЕФЕРАТ

Выпускная квалификационная работа по теме «Проектирование гостинично-апартаментного комплекса класса "А+" в г. Красноярске с применением ТИМ» содержит 78 страниц текстового документа, 12 иллюстраций, 12 таблиц, 2 приложения, 27 использованных источников, 5 листов графического материала.

ОТОПЛЕНИЕ, ВЕНТИЛЯЦИЯ, КОНДИЦИОНИРОВАНИЕ, ПАРАМЕТРЫ ВОЗДУХА, ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ, ЧИЛЛЕР, ФАНКОЙЛ, АЭРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ.

Объект проектирования - гостинично-апартаментный комплекс класса "А+"

Цель работы: обеспечить оптимальные параметры микроклимата помещениях гостиница, согласно нормативным документам.

Для достижения поставленной цели был выполнен ряд технических задач:

- а) расчет теплотерь через ограждающие конструкции;
- б) расчет систем отопления;
- в) расчет системы вентиляции;
- г) расчет системы кондиционирования.

В результате решения поставленных задач, была спроектирована система отопления, а также приточно-вытяжная система вентиляции, работающая совместно с системой кондиционирования.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1 Исходные данные	5
2 Отопление	6
2.1 Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции.....	6
2.2 Тепловой баланс помещений	21
2.3 Тепловой расчёт отопительных приборов	31
2.4 Гидравлический расчет.....	46
3 Технология монтажа панельного радиатора	49
4 Вентиляция	50
4.1 Общие данные.....	50
4.3 Подбор диффузоров.....	51
4.4 Аэродинамический расчет механической вентиляции	53
4.5 Аэродинамический расчет естественной вентиляции	56
4.6 Подбор основного оборудования	58
4.7 Противодымная защита коридоров.....	61
4.8 Противодымная защита лифтовых шахт и лестничных клеток	65
5 Технология на монтаж внутренних систем вентиляции	68
5.1 Монтаж воздуховодов.....	68
5.2 Монтаж вентиляторов	68
5.3 Монтаж оборудования холодоснабжения	69
Заключение	70
Список использованных источников.....	72
Приложение 1	74
Приложение 2	77

ВВЕДЕНИЕ

Системы отопления, вентиляции и кондиционирования (ОВиК) требуют особого внимания при проектировании зданий. Создание микроклимата зданий было и есть актуальной задачей при проектировании сооружаемого объекта строительства, так как именно от состояния внешней среды зависит состояние здоровья, поведение, работоспособность человека.

Основной задачей систем ОВиК является обеспечение комфортных условий труда с целью сохранения здоровья людей. Успешное решение санитарно-технических задач может быть достигнуто за счет эффективной работы проектируемых систем. Эффективность систем ОВиК, их технико-экономические характеристики зависят не только от правильно проведенных расчетов, но и от их качественного монтажа, наладки и эксплуатации.

Большое внимание при проектировании инженерных систем должно уделяться охране окружающей среды, а именно защите воздуха от вредных выбросов, защите почвы и воды, снижению потребления энергии инженерными системами, повышению их эффективности.

1 Исходные данные

Объектом проектирования является секция в осях гостинично-апартаментный комплекса. Месторасположение – на берегу реки Енисей вблизи слияния реки Качи, в самом центре города Красноярска.

Категория – 5 звезд;

Площадь застройки – 633,4 м²;

Количество этажей – 14 эт;

Строительный объем – 31 353.3 м³;

Расчётная температура наружного воздуха в холодный период: - 37°С

Расчетная температура наружного в теплый период: +25.1 °С (в соответствии с заданием на проектирование кондиционирования воздуха расчетная температура принята +30°С)

Отопительный период: 234 сут.

Температурный параметр теплосетей:

в зимний период: 150/70°С

в летний период; 70/40°С

2 Отопление

2.1 Расчет теплопотерь через ограждающие конструкции

Расход тепла (тепловая нагрузка) на нужды отопления Q_{op} наиболее неблагоприятных условий определяют по формуле:

$$Q_{po} = \Sigma(Q_{тр} + Q_{вент} + Q_{инф} + Q_{мгс} - Q_{быт}), \quad (1)$$

где $Q_{тр}$ - трансмиссионные тепловые потери, необходимые для компенсации теплопередачи через ограждающие конструкции помещения здания, определяемые в соответствии с [2] А.2 Вт;

$Q_{вент}$ - расход тепла, необходимый для нагревания требуемого количества приточного воздуха для помещения здания, определяемые в соответствии с [2] А.3, Вт;

$Q_{инф}$ - инфильтрационные тепловые потери, образуемые из-за свойств воздухопроницаемости ограждающих конструкций n-го помещения здания, определяемые в соответствии с [2] А.5, Вт;

$Q_{мгс}$ - расход тепла для нагревания материалов, оборудования и транспортных средств, вносимых в n-ое помещении здания, определяемый в соответствии с [2] А.6, Вт;

$Q_{быт}$ - бытовые тепловые поступления n-го помещения здания, характерные для расчетного режима (для наиболее неблагоприятных условий), Вт.

Трансмиссионные тепловые потери помещения $Q_{тр}$ определены по формуле:

$$Q_{тр} = (t_{в} - t_{н}) \cdot \Sigma(n_t \cdot A \cdot K), \quad (2)$$

где $t_{в}$ - расчетная температура внутреннего воздуха помещения, определяемая в соответствии с гл.5 [1] °С;

$t_{н}$ - расчетная температура наружного воздуха, определяемая в соответствии с [3], °С;

K - коэффициент теплопередачи ограждающей конструкции или фрагмента ограждающей конструкции, Вт/(м²°С), определяемый по формуле

$$K = \frac{1}{R_0^{тр}}, \quad (3)$$

где R_0^{TP} - приведенное сопротивление теплопередаче i -го фрагмента теплозащитной оболочки здания рассматриваемого помещения, определяемое в соответствии с прил. Е [4], $(\text{м}^2\cdot\text{°C})/\text{Вт}$;

A - площадь i -й ограждающей конструкции или фрагмента ограждающей конструкции ограждения рассматриваемого помещения, м^2 ;

n_t - коэффициент, учитывающий температуру пространства, расположенного за рассматриваемой ограждающей конструкцией;

Расчет коэффициентов теплопередачи через ограждающие конструкции принимаем по [2]

Градусо-сутки отопительного периода, $\text{°C}\cdot\text{сут}/\text{год}$, определяют по формуле:

$$\text{ГСОП} = (t_b - t_{от}) \cdot Z_{от}, \quad (4)$$

где, $t_{от}$ - средняя температура наружного воздуха, °C , и продолжительность, $\text{сут}/\text{год}$, отопительного периода, принимаемые по своду правил для периода со среднесуточной температурой наружного воздуха не более 8°C .

t_b - расчетная температура внутреннего воздуха здания, °C .

$$\text{ГСОП} = (18 - (-6,6)) \cdot 234 = 6415,8 \text{°C}\cdot\text{сут}$$

Далее рассчитываем по формуле:

$$R_{отр} = a \cdot \text{ГСОП} + b, \quad (5)$$

где коэффициенты a и b принимаем согласно таблице 3 [4].

Для несущей стены (НС)

$$R_0^{TP} = 0,00035 \cdot 6415,8 + 1,4 = 3,65 \text{ (м}^2\cdot\text{°C)/Вт}$$

$$K_{нс} = \frac{1}{3,65} = 0,27 \text{ Вт (м}^2\cdot\text{°C)}$$

Перекрытия

$$K_{пл/пт} = 0,20 \text{ Вт (м}^2\cdot\text{°C) для перекрытия}$$

$$K_{вс} = 0,27 \text{ Вт (м}^2\cdot\text{°C) для наружных стен}$$

$$K_{ок} = 1,42 \text{ Вт (м}^2\cdot\text{°C) для окон}$$

Расчет основных потерь через ограждающие конструкции сводим в таблицу 1.

Таблица 1 – Расчет теплопотерь

Номер помещения	t _в	Характеристика ограждения					n	(t _в -t _н)n	K, В/(м ² ×С)	Добавочные потери теплоты			Q ₀ , Вт
		назв.	ориент.	ширина,м	высота,м	площадь,м ²				на ориентацию	прочие	η	
201	18	НС	Юго-восток	2,825	4,8	13,56	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	230
	18	ОК	Юго-восток	2	3,2	6,40	1	55	0,74	0,05	0,1	1,15	300
	18	ПЛ	-			9,00	1	55	0,20	-	-	1	100
												Итого	630
202	18	НС	Юго-восток	2,77	4,8	13,30	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	220
	18	ОК	Юго-восток	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	10,59	1	55	0,20	-	-	1	120
												Итого	640
203	18	НС	Юго-восток	2,77	4,8	13,30	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	220
	18	ОК	Юго-восток	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	10,59	1	55	0,20	-	-	1	120
												Итого	640
204	18	НС	Юго-восток	2,88	4,8	13,82	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	230
	18	ОК	Юго-восток	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	9,17	1	55	0,20	-	-	1	100
												Итого	630

Продолжение таблицы 1

205	18	НС	Юго-восток	2,88	4,8	13,82	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	230
	18	ОК	Юго-восток	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	9,17	1	55	0,20	-	-	1	100
												Итого	630
206	18	НС	Юго-восток	2,77	4,8	13,30	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	220
	18	ОК	Юго-восток	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	10,59	1	55	0,20	-	-	1	120
												Итого	640
207	18	НС	Юго-восток	2,88	4,8	13,82	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	230
	18	ОК	Юго-восток	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	9,17	1	55	0,20	-	-	1	100
												Итого	630
208	18	НС	Юго-восток	2,77	4,8	13,30	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	220
	18	ОК	Юго-восток	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	10,59	1	55	0,20	-	-	1	120
												Итого	640
209	18	НС	Юго-восток	2,727	4,8	13,09	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	220
	18	ОК	Юго-восток	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	300
	18	ПЛ	-			10,43	1	55	0,20	-	-	1	120
												Итого	640

Продолжение таблицы 1

210	18	НС	Юго-восток	2,598	4,8	12,47	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	210
	18	ОК	Юго-восток	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	300
	18	ПЛ	-			8,26	1	55	0,20	-	-	1	90
												Итого	600
211	18	НС	Юго-восток	2,825	4,8	13,56	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	230
	18	ОК	Юго-восток	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	300
	18	ПЛ	-			9,36	1	55	0,20	-	-	1	100
												Итого	630
212	18	НС	Юго-восток	1,3	4,8	6,24	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	110
	18	НС	Северо-восток	6,25	4,8	30,00	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	510
	18	ОК	Восток	2,8	3,2	8,96	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	420
	22	ПЛ	-	-	-	18,41	1	59	0,20	-	-	1	220
												Итого	1260
213	18	НС	Северо-восток	2,9	4,8	13,92	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	240
	18	ОК	Северо-восток	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	7,87	1	55	0,20	-	-	1	90
												Итого	630
214	18	НС	Северо-восток	2,9	4,8	13,92	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	240
	18	ОК	Северо-восток	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	7,02	1	55	0,20	-	-	1	80
												Итого	620

Продолжение таблицы 1

215	18	НС	Северо-восток	6,25	4,8	30,00	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	510
	18	НС	Северо-запад	1,3	4,8	6,24	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	110
	18	ОК	Север	2,8	3,2	8,96	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	420
	18	ПЛ	-	-	-	14,22	1	55	0,20	-	-	1	160
												Итого	1200
216	18	НС	Северо-запад	2,8	4,8	13,44	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	230
	18	ОК	Северо-запад	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	9,64	1	55	0,20	-	-	1	110
												Итого	640
217	18	НС	Северо-запад	2,85	4,8	13,68	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	230
	18	ОК	Северо-запад	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	10,87	1	55	0,20	-	-	1	120
												Итого	650
218	18	НС	Северо-запад	3	4,8	14,40	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	240
	18	ОК	Северо-запад	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	14,22	1	55	0,20	-	-	1	160
												Итого	700
219	18	НС	Северо-запад	3,1	4,8	14,88	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	250
	18	ОК	Северо-запад	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	12,26	1	55	0,20	-	-	1	140
												Итого	690

Продолжение таблицы 3

220	18	НС	Северо-запад	5,64	4,8	27,07	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	460
	18	ОК	Северо-запад	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	300
	18	ОК	Северо-запад	2	3,2	6,40	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	300
	18	ПЛ	-	-	-	21,75	1	55	0,20	-	-	1	240
												Итого	1300
301-1201	18	НС	Юго-восток	3	3,6	10,80	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	180
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
												Итого	300
302-1202	18	НС	Юго-восток	2,77	3,6	9,97	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	170
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
												Итого	290
303-1203	18	НС	Юго-восток	2,77	3,6	9,97	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	170
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
												Итого	290
304-1204	18	НС	Юго-восток	2,88	3,6	10,37	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	180
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
												Итого	300
305-1205	18	НС	Юго-восток	2,88	3,6	10,37	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	180
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
												Итого	300
306-1206	18	НС	Юго-восток	3	3,6	10,80	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	180
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
												Итого	300

Продолжение таблицы 1

307-1207	18	НС	Юго-восток	2,88	3,6	10,37	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	180
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
												Итого	300
308-1208	18	НС	Юго-восток	2,75	3,6	9,90	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	170
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
												Итого	290
309-1209	18	НС	Юго-восток	2,5	3,6	9,00	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	150
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
												Итого	270
310-1210	18	НС	Юго-восток	2,73	3,6	9,83	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	170
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
												Итого	290
311-1211	18	НС	Юго-восток	2,825	3,6	10,17	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	170
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
												Итого	290
312-1212	18	НС	Юго-восток	1,3	3,6	4,68	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	80
	18	НС	Северо-восток	5,35	4,8	25,68	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	430
	18	ОК	Восток	2,8	1,76	4,93	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	230
												Итого	740
313-1213	18	НС	Северо-восток	2,9	3,6	10,44	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	180
	18	ОК	Северо-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
												Итого	300

Продолжение таблицы 1

314-1214	18	НС	Северо-восток	3,1	3,6	11,16	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	190
	18	ОК	Северо-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
												Итого	310
315-1215	18	НС	Северо-восток	6	3,6	21,60	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	370
	18	НС	Северо-запад	1,3	3,6	4,68	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	80
	18	ОК	Север	2,8	1,76	4,93	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	230
												Итого	680
316-1216	18	НС	Северо-запад	2,8	3,6	10,08	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	170
	18	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
												Итого	290
317-1217	18	НС	Северо-запад	2,62	3,6	9,43	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	160
	18	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
												Итого	280
318-1218	18	НС	Северо-запад	3,22	3,6	11,59	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	200
	18	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
												Итого	320
319-1219	18	НС	Северо-запад	3,88	3,6	13,97	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	240
	18	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
												Итого	360

Продолжение таблицы 1

320-1220	18	НС	Северо-запад	4,9	3,6	17,64	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	300
	18	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
	18	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
Итого													540
1301	18	НС	Юго-восток	3	3,6	10,80	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	180
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
	18	ПТ	-			12,47	1	55	0,20	-	-	1	140
Итого													440
1302	18	НС	Юго-восток	2,77	3,6	9,97	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	170
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	10,62	1	55	0,20	-	-	1	120
Итого													410
1303	18	НС	Юго-восток	2,77	3,6	9,97	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	170
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	10,64	1	55	0,20	-	-	1	120
Итого													410
1304	18	НС	Юго-восток	2,88	3,6	10,37	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	180
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	12,18	1	55	0,20	-	-	1	140
Итого													440

Продолжение таблицы 1

1305	18	НС	Юго-восток	2,88	3,6	10,37	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	180
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	12,66	1	55	0,20	-	-	1	140
												Итого	440
1306	18	НС	Юго-восток	3	3,6	10,80	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	180
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	10,64	1	55	0,20	-	-	1	120
												Итого	420
1307	18	НС	Юго-восток	2,88	3,6	10,37	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	180
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	12,63	1	55	0,20	-	-	1	140
												Итого	440
1308	18	НС	Юго-восток	2,75	3,6	9,90	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	170
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	10,64	1	55	0,20	-	-	1	120
												Итого	410
1309	18	НС	Юго-восток	2,5	3,6	9,00	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	150
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	9,86	1	55	0,20	-	-	1	110
												Итого	380

Продолжение таблицы 1

1310	18	НС	Юго-восток	2,73	3,6	9,83	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	170
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	10,82	1	55	0,20	-	-	1	120
												Итого	410
1311	18	НС	Юго-восток	2,825	3,6	10,17	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	170
	18	ОК	Юго-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,05	0,1	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	9,66	1	55	0,20	-	-	1	110
												Итого	400
1312	18	НС	Юго-восток	1,3	3,6	4,68	1	55	0,27	0,05	0,1	1,15	80
	18	НС	Северо-восток	5,35	4,8	25,68	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	430
	18	ОК	Восток	2,8	1,76	4,93	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	230
	22	ПТ	-	-	-	18,52	1	59	0,20	-	-	1	220
												Итого	960
1313	18	НС	Северо-восток	2,9	3,6	10,44	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	180
	18	ОК	Северо-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	7,92	1	55	0,20	-	-	1	90
												Итого	390
1314	18	НС	Северо-восток	3,1	3,6	11,16	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	190
	18	ОК	Северо-восток	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	8,65	1	55	0,20	-	-	1	100
												Итого	410

Продолжение таблицы 1

1315	18	НС	Северо-восток	6	3,6	21,60	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	370
	18	НС	Северо-запад	1,3	3,6	4,68	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	80
	18	ОК	Север	2,8	1,76	4,93	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	230
	18	ПТ	-	-	-	17,79	1	55	0,20	-	-	1	200
												Итого	880
1316	18	НС	Северо-запад	2,8	3,6	10,08	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	170
	18	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	9,66	1	55	0,20	-	-	1	110
												Итого	400
1317	18	НС	Северо-запад	2,62	3,6	9,43	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	160
	18	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	10,14	1	55	0,20	-	-	1	110
												Итого	390
1318	18	НС	Северо-запад	3,22	3,6	11,59	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	200
	18	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	15,38	1	55	0,20	-	-	1	170
												Итого	490
1319	18	НС	Северо-запад	3,88	3,6	13,97	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	240
	18	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	22,48	1	55	0,20	-	-	1	250
												Итого	610

Продолжение таблицы 1

1320	18	НС	Северо-запад	4,9	3,6	17,64	1	55	0,27	0,1	0,05	1,15	300
	18	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
	18	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	55	1,15	0,1	0,05	1,15	120
	18	ПТ	-	-	-	18,77	1	55	0,20	-	-	1	210
												Итого	750
ЛК1	16	НС	Северо-запад	2,6	49,2	127,92	1	53	0,27	0,1	0,05	1,15	2080
	16	ОК	Северо-запад	1,32	0,6	0,79	1	53	1,15	0,1	0,05	1,15	40
	16	ПТ	-	-	-	18,20	1	53	0,20	-	-	1	200
	16	ПЛ	-	-	-	18,20	1	53	0,20	-	-	1	200
												Итого	2520
ЛК2	16	НС	Северо-запад	2,5	49,2	123,00	1	53	0,27	0,1	0,05	1,15	2000
	16	ОК	Северо-запад	1,32	0,6	0,79	1	53	1,15	0,1	0,05	1,15	40
	16	ПЛ	-	-	-	17,50	1	53	0,20	-	-	1	190
	16	ПТ	-	-	-	17,50	1	53	0,20	-	-	1	200
												Итого	2430
221	16	НС	Северо-запад	2,9	4,8	13,92	1	53	0,27	0,1	0,05	1,15	230
	16	ОК	Северо-запад	2,8	3,2	8,96	1	53	1,15	0,1	0,05	1,15	400
	16	ПЛ	-	-	-	20,48	1	53	0,20	-	-	1	220
												Итого	850
321-1221	16	НС	Северо-запад	2,9	4,8	13,92	1	53	0,27	0,1	0,05	1,15	230
	16	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	53	1,15	0,1	0,05	1,15	120
												Итого	350

Окончание таблицы 1

1321	16	НС	Северо-запад	2,9	4,8	13,92	1	53	0,267212	0,1	0,05	1,15	230
	16	ОК	Северо-запад	1,47	1,76	2,59	1	53	1,15	0,1	0,05	1,15	120
	16	ПТ	-	-	-	20,48	1	53	0,2036	-	-	1	220
												Итого	570

Суммарная нагрузка теплопотерь через ограждающие конструкции равна 102280 Вт

2.2 Тепловой баланс помещений

Цель расчёта: определение потерь тепловой мощности в помещениях, в которых необходимо запроектировать отопительные приборы.

При составлении теплового баланса помещений, определяющего тепловую нагрузку Q_P^{OT} , Вт, на систему отопления, учитываем:

теплопотери через наружные ограждения здания Q_O , Вт;

теплопотери на нагревание инфильтрационного воздуха $Q_{И}$, Вт;

теплопотери на нагревание воздуха, поступающего в помещения через окна в размере санитарной нормы вентиляции (3 м³/ч на 1 м пола) Q_B , Вт;

бытовые тепловыделения $Q_{Б}$, Вт.

Порядок расчёта:

Определяем количество тепла, идущее на нагревание инфильтрационного воздуха $Q_{И}$, Вт, по формуле:

$$Q_{И} = 0,28 \cdot A_{OK} \cdot G_{OK} \cdot F_{OK} \cdot (t_B - t_H), \quad (6)$$

где A_{OK} – коэффициент, учитывающий влияние встречного теплового потока в воздухопроницаемых конструкциях; значение 0,9;

F_{OK} – площадь проёма (окон и балконных дверей), 2,1 м²;

t_B – расчётная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая для расчёта ограждающих конструкций жилых зданий по минимальным значениям оптимальной температуры соответствующих помещений; значение принято 22;

t_H – расчётная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, для всех зданий, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по СП 131.13330.2020 «Строительная климатология» (-37);

G_{OK} – количество воздуха, поступающее в помещение путём инфильтрации, кг/м³ · ч, определяемое по формуле:

$$G_{OK} = \frac{(0,1 \cdot \Delta P)^2}{R_{И}} \quad (7)$$

где $R_{И}$ – сопротивление воздухопроницанию окна, м² · ч/кг, принимается по паспортным данным на окно или по справочным таблицам (10);

ΔP – разность давлений воздуха у наружной и внутренней поверхности окна, Па, определяемое по формуле:

$$\Delta P = 9,81 \cdot (H - h_{VP.3}^{OK}) \cdot (\rho_H - \rho_B) + 0,5 \cdot \rho_H \cdot v^2 \cdot (c_H - c_3) \cdot K_V - P_B, \quad (8)$$

где H – высота здания от поверхности земли до верха вентиляционной шахты, 15 м;

$h_{VP.3}^{OK}$ – высота от поверхности земли до центра окна рассматриваемого этажа, м;

ρ_H – плотность наружного воздуха, кг/м³, определяемая по формуле:

$$\rho_H = \frac{353}{273+t_H} = 1,5; \quad (9)$$

ρ_B – плотность внутреннего воздуха, кг/м³, определяемая по формуле:

$$\rho_B = \frac{353}{273+t_B}; \quad (10)$$

v – максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, принимаемая по СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»; значение представлено в таблице 2 (4,1);

c_H, c_3 – аэродинамические коэффициенты соответственно для наветренного и заветренного фасада здания, средние величины аэродинамических коэффициентов составляют $c_H = 0,8$, $c_3 = -0,6$;

K_V – коэффициент, который учитывает зависимость скоростного напора ветра от высоты здания;

P_B – располагаемое давление воздуха с внутренней стороны окна, Па, определяемое по формуле:

$$P_B = 9,81 \cdot h_{III}^{OK} \cdot (\rho_{+5^\circ C} - \rho_B) \quad (11)$$

где h_{III}^{OK} – высота от центра окна рассматриваемого этажа до устья вытяжной шахты, м;

$\rho_{-37^\circ C}$ – плотность наружного воздуха при температуре $-37^\circ C$, равная:

$$\rho_{+5^\circ C} = \frac{353}{273+(-37)} = 1,49 \text{ кг/м}^3$$

ρ_B – то же, что и в формуле (9).

Определяем расход теплоты на нагревание вентиляционного воздуха Q_B , Вт, для зданий с предоставлением социальной нормы общей площади на человека не более 20 м² по формуле:

$$Q_B = 0,84 \cdot F_{ПЛ} \cdot (t_B - t_H) \cdot \rho_B, \quad (12)$$

где $F_{ПЛ}$ – площадь пола жилой комнаты, м²;

t_B, t_H – то же, что и в формуле (6);

ρ_B – то же, что и в формуле (9).

Определили внутренние теплопоступления (бытовые тепловыделения) Q_B , Вт, по формуле:

$$Q_B = q_B \cdot F_{ПЛ}, \quad (13)$$

где q_B – удельные бытовые тепловыделения на 1 м² площади помещений, Вт/м², с расчётной заселённостью номера от 20 до 45 м² общей площади на человека удельные бытовые тепловыделения интерполируются;

$F_{ПЛ}$ – то же, что и в формуле (12).

Величина удельных бытовых тепловыделений на 1 м² площади помещений q_B , Вт/м², принимаем для жилых зданий:

- предназначенных гражданам с учётом социальной нормы (с расчётной заселённостью номера не более 20 м² общей площади на человека $q_B = 17$ Вт/м²;
- без ограничения социальной нормы (с расчётной заселённостью квартиры не менее 45 м² общей площади на человека) $q_B = 10$ Вт/м².

После определения всех недостатков тепла и теплопоступлений, определяем тепловую мощность системы отопления Q_R^{OT} , Вт, которая будет компенсировать недостатки тепла в помещении:

$$Q_R^{OT} = \sum Q_{ПОТ} - \sum Q_{ПОСТ}, \quad (14)$$

где $\sum Q_{ПОТ}$ – суммарные тепловые потери помещением, Вт;

$\sum Q_{ПОСТ}$ – суммарные теплопоступления в помещение, Вт.

В зависимости от типа помещения расчёт производим по следующим формулам:

Для жилых комнат:

$$Q_R^{OT} = Q_O + Q_{(И,В)} - Q_B \quad (15)$$

где $Q_{(И,В)}$ – больший из расходов тепла Q_I , Вт, или Q_B , Вт.

Для кухонь:

$$Q_R^{OT} = Q_O + Q_I - Q_B, \quad (16)$$

Для лестничных клеток:

$$Q_P^{OT} = Q_O + Q_H \quad (17)$$

Таблица 2 – Тепловой баланс помещений

Номер помещения	Q_O , Вт	Q_H , Вт	Q_B , Вт	$Q_{Б}$, Вт	Тепловая нагрузка, Q_P^{OT} , Вт
201	630	730	530	150	1210
301	300	380	740	210	830
401	300	440	740	210	830
501	300	490	740	210	830
601	300	550	740	210	830
701	300	590	740	210	830
801	300	640	740	210	830
901	300	680	740	210	830
1001	300	730	740	210	830
1101	300	770	740	210	860
1201	300	810	740	210	900
1301	440	850	740	210	1080
202	640	730	630	180	1190
302	290	380	630	180	740
402	290	440	630	180	740
502	290	490	630	180	740
602	290	550	630	180	740
702	290	590	630	180	740
802	290	640	630	180	750
902	290	680	630	180	790
1002	290	730	630	180	840
1102	290	770	630	180	880
1202	290	810	630	180	920
1302	410	850	630	180	1080
203	640	730	630	180	1190
303	290	380	630	180	740

Продолжение таблицы 2

403	290	440	630	180	740
503	290	490	630	180	740

603	290	550	630	180	740
703	290	590	630	180	740
803	290	640	630	180	750
903	290	680	630	180	790
1003	290	730	630	180	840
1103	290	770	630	180	880
1203	290	810	630	180	920
1303	410	850	630	180	1080
204	630	730	540	160	1200
304	300	380	720	210	810
404	300	440	720	210	810
504	300	490	720	210	810
604	300	550	720	210	810
704	300	590	720	210	810
804	300	640	720	210	810
904	300	680	720	210	810
1004	300	730	720	210	820
1104	300	770	720	210	860
1204	300	810	720	210	900
1304	470	850	720	210	1110
205	630	730	540	160	1200
305	300	380	750	220	830
405	300	440	750	220	830
505	300	490	750	220	830
605	300	550	750	220	830
705	300	590	750	220	830
805	300	640	750	220	830
905	300	680	750	220	830
1005	300	730	750	220	830
1105	300	770	750	220	850
1205	300	810	750	220	890
1305	470	850	750	220	1100
206	640	730	630	180	1190
306	300	380	630	180	750
406	300	440	630	180	750

Продолжение таблицы 2

506	300	490	630	180	750
606	300	550	630	180	750

706	300	590	630	180	750
806	300	640	630	180	760
906	300	680	630	180	800
1006	300	730	630	180	850
1106	300	770	630	180	890
1206	300	810	630	180	930
1306	460	850	630	180	1130
207	630	730	540	160	1200
307	300	380	750	210	840
407	300	440	750	210	840
507	300	490	750	210	840
607	300	550	750	210	840
707	300	590	750	210	840
807	300	640	750	210	840
907	300	680	750	210	840
1007	300	730	750	210	840
1107	300	770	750	210	860
1207	300	810	750	210	900
1307	470	850	750	210	1110
208	640	730	630	180	1190
308	290	380	630	180	740
408	290	440	630	180	740
508	290	490	630	180	740
608	290	550	630	180	740
708	290	590	630	180	740
808	290	640	630	180	750
908	290	680	630	180	790
1008	290	730	630	180	840
1108	290	770	630	180	880
1208	290	810	630	180	920
1308	440	850	630	180	1110
209	640	730	620	180	1190
309	270	380	580	170	680
409	270	440	580	170	680
509	270	490	580	170	680

Продолжение таблицы 2

609	270	550	580	170	680
709	270	590	580	170	690

809	270	640	580	170	740
909	270	680	580	170	780
1009	270	730	580	170	830
1109	270	770	580	170	870
1209	270	810	580	170	910
1309	410	850	580	170	1090
210	600	730	490	140	1190
310	290	380	640	180	750
410	290	440	640	180	750
510	290	490	640	180	750
610	290	550	640	180	750
710	290	590	640	180	750
810	290	640	640	180	750
910	290	680	640	180	790
1010	290	730	640	180	840
1110	290	770	640	180	880
1210	290	810	640	180	920
1310	440	850	640	180	1110
211	630	730	560	160	1200
311	290	380	570	160	700
411	290	440	570	160	700
511	290	490	570	160	700
611	290	550	570	160	700
711	290	590	570	160	720
811	290	640	570	160	770
911	290	680	570	160	810
1011	290	730	570	160	860
1111	290	770	570	160	900
1211	290	810	570	160	940
1311	430	850	570	160	1120
212	1260	1020	1090	310	2040
312	740	380	1100	310	1530
412	740	440	1100	310	1530
512	740	490	1100	310	1530
612	740	550	1100	310	1530

Продолжение таблицы 2

712	740	590	1100	310	1530
812	740	640	1100	310	1530

912	740	680	1100	310	1530
1012	740	730	1100	310	1530
1112	740	770	1100	310	1530
1212	740	810	1100	310	1530
1312	1020	850	1100	310	1810
213	630	730	470	130	1230
313	300	380	510	150	530
413	300	440	510	150	590
513	300	490	510	150	640
613	300	550	510	150	700
713	300	590	510	150	740
813	300	640	510	150	790
913	300	680	510	150	830
1013	300	730	510	150	880
1113	300	770	510	150	920
1213	300	810	510	150	960
1313	420	850	510	150	1120
214	620	730	420	120	1230
314	310	380	510	150	540
414	310	440	510	150	600
514	310	490	510	150	650
614	310	550	510	150	710
714	310	590	510	150	750
814	310	640	510	150	800
914	310	680	510	150	840
1014	310	730	510	150	890
1114	310	770	510	150	930
1214	310	810	510	150	970
1314	430	850	510	150	1130
215	1200	1020	840	240	1980
315	680	380	1060	300	1440
415	680	440	1060	300	1440
515	680	490	1060	300	1440
615	680	550	1060	300	1440
715	680	590	1060	300	1440

Продолжение таблицы 2

815	680	640	1060	300	1440
915	680	680	1060	300	1440

1015	680	730	1060	300	1440
1115	680	770	1060	300	1440
1215	680	810	1060	300	1440
1315	930	850	1060	300	1690
216	640	730	570	160	1210
316	290	380	570	160	700
416	290	440	570	160	700
516	290	490	570	160	700
616	290	550	570	160	700
716	290	590	570	160	720
816	290	640	570	160	770
916	290	680	570	160	810
1016	290	730	570	160	860
1116	290	770	570	160	900
1216	290	810	570	160	940
1316	430	850	570	160	1120
217	650	730	640	180	1200
317	280	380	600	170	710
417	280	440	600	170	710
517	280	490	600	170	710
617	280	550	600	170	710
717	280	590	600	170	710
817	280	640	600	170	750
917	280	680	600	170	790
1017	280	730	600	170	840
1117	280	770	600	170	880
1217	280	810	600	170	920
1317	420	850	600	170	1100
218	700	730	840	240	1300
318	320	380	910	260	970
418	320	440	910	260	970
518	320	490	910	260	970
618	320	550	910	260	970
718	320	590	910	260	970
818	320	640	910	260	970

Продолжение таблицы 2

918	320	680	910	260	970
1018	320	730	910	260	970

1118	320	770	910	260	970
1218	320	810	910	260	970
1318	520	850	910	260	1170
219	690	730	730	210	1210
319	360	380	1330	380	1310
419	360	440	1330	380	1310
519	360	490	1330	380	1310
619	360	550	1330	380	1310
719	360	590	1330	380	1310
819	360	640	1330	380	1310
919	360	680	1330	380	1310
1019	360	730	1330	380	1310
1119	360	770	1330	380	1310
1219	360	810	1330	380	1310
1319	650	850	1330	380	1600
220	1300	730	1290	370	2220
320	540	380	1110	320	1330
420	540	440	1110	320	1330
520	540	490	1110	320	1330
620	540	550	1110	320	1330
720	540	590	1110	320	1330
820	540	640	1110	320	1330
920	540	680	1110	320	1330
1020	540	730	1110	320	1330
1120	540	770	1110	320	1330
1220	540	810	1110	320	1330
1320	810	850	1110	320	1600
ЛК1	2520	240	990	310	2760
ЛК2	2430	240	950	300	2670
221	850	940	1150	350	1650
321	350	350	1150	350	1150
421	350	400	1150	350	1150
521	350	450	1150	350	1150
621	350	490	1150	350	1150
721	350	540	1150	350	1150

Окончание таблицы 2

821	350	580	1150	350	1150
921	350	620	1150	350	1150

1021	350	660	1150	350	1150
1121	350	690	1150	350	1150
1221	350	730	1150	350	1150
1321	570	770	1150	350	1370

Конструктивное решение системы отопления

В проекте принята двухтрубная, вертикальная система с нижней разводкой, поквартирная. Подводки к отопительным приборам проложены в конструкции пола. Отопительные приборы – радиаторы-конвектор PURMO Compact с нижним подключением, со встроенным термостатическим клапаном.

Порядок последовательности принятых инженерных решений:

На плане подвала определяем место установки индивидуально теплового пункта (ИТП);

На плане типового этажа расставляем отопительные приборы. В квартирах отопительные приборы размещаем под световыми проёмами, а на лестничной клетке на боковых стенах.

Отопительные приборы в каждой номере подключаются к стояку, через поквартирный шкаф управления к стояку, для выбора режима отопления и учета потребления энергии.

Определяем место прокладки главного стояка и магистралей. Вычерчиваем расчетную схему с расстановкой запорно-регулирующей арматуры:

Для увязки стояков устанавливаем автоматический балансировочный клапаны. И краны для дренажа.

Запорно-регулирующую арматуру располагаем в доступных местах для осмотра, ремонта и замены.

Для выпуска воздуха из системы установлены автоматические воздухоотводчики в каждом отопительном приборе.

2.3 Тепловой расчёт отопительных приборов

Цель расчёта: выбор типоразмера и числа элементов отопительных приборов с таким условием, чтобы общая поверхность прибора обеспечивала необходимое теплоснабжение в обслуживаемое помещение.

Порядок расчёта:

1) Выявляем тепловую нагрузку на стояк Q_{CT} , Вт, как суммарную тепловую мощность подключённых к нему приборов.

2) Определяем массовый расход воды в стояке G_{CT} , кг/ч, по формуле:

$$G_{CT} = \frac{3,6 \cdot Q_{CT} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot (t_{\Gamma} - t_0)} \quad (18)$$

где Q_{CT} – тепловая нагрузка рассчитываемого стояка, Вт;

β_1 – коэффициент, учитывающий дополнительные теплотери, связанные с размещением отопительных приборов у наружных ограждений;

β_2 – поправочный коэффициент, учитывающий теплоотдачу через дополнительную площадь, принимаемых к установке приборов;

c – удельная теплоёмкость воды, равная 4,187 кДж/кг · °С;

t_{Γ}, t_0 – соответственно температуры теплоносителя в подающей и обратной магистралях, °С.

3) Определяем количество теплоносителя $G_{ПП}$, кг/ч, проходящего через отопительный прибор в течение часа по формуле:

$$G_{ПП} = \alpha \cdot G_{CT}, \quad (19)$$

где α – коэффициент затекания воды в прибор.

4) Определяем температурный напор Δt , °С, для отопительного прибора по формуле:

$$\Delta t = \frac{t_{BX} + t_{ВЫХ}}{2} - t_B, \quad (20)$$

где $t_{BX}, t_{ВЫХ}$ – температура теплоносителя соответственно на входе и на выходе из отопительного прибора, °С, определяемая по формуле:

$$t_{BX, ВЫХ} = t_{\Gamma} - \frac{3,6 \cdot Q_{ПП}^* \cdot \beta_1 \cdot \beta_2}{c \cdot G_{CT}}, \quad (21)$$

где $Q_{ПП}^*$ – суммарная тепловая нагрузка отопительных приборов, расположенных до рассматриваемого по ходу движения теплоносителя, Вт;

$t_{\Gamma}, c, \beta_1, \beta_2, G_{CT}$ – то же, что и в формуле (16).

5) Определяем комплексный коэффициент φ по формуле:

$$\varphi = \left(\frac{\Delta t}{70}\right)^{1+n} \cdot \left(\frac{G_{ПП}}{360}\right)^p \cdot b, \quad (22)$$

где n, p – коэффициенты, полученные экспериментальным путём, принимаемые по приложению В;

b – поправочный коэффициент на атмосферное давление, принимаемый по приложению Г;

$G_{ПР}$ – то же, что и в формуле (17);

Δt – то же, что и в формуле (18).

Согласно приложениям В и Г, получаем: $n = 0,3$; $p = 0$; $c = 1$; $b = 0,993$.

Определяем теплоотдачу открыто проложенных теплопроводов $Q_{ТР}$, Вт, по формуле:

$$Q_{ТР} = q_{Г} \cdot l_{Г} + q_{В} \cdot l_{В}, \quad (23)$$

где $q_{Г}$, $q_{В}$ – соответственно теплоотдача горизонтально и вертикально проложенных теплопроводов, Вт/м;

$l_{Г}$, $l_{В}$ – соответственно длины горизонтально и вертикально проложенных теплопроводов, м.

Определяем требуемый тепловой поток $q_{ТР}$, Вт/м², по формуле:

$$q_{ТР} = \frac{Q_{ПР} - 0,9 \cdot Q_{ТР}}{\varphi} \quad (24)$$

По полученному значению $q_{ТР}$ определяем количество секций в радиаторе по формуле:

$$N = \frac{q_{ТР}}{q_{Н}}, \quad (25)$$

где $q_{Н}$ – номинальный тепловой поток отопительного прибора, Вт/м².

Тепловой расчёт отопительных приборов представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Тепловой расчёт отопительных приборов

№ пом.	Q, Вт	t _{ВХ} , °С	t _{ВЫХ} , °С	Dt, °С	j	Q _{ТР} , Вт	g, Вт/м ²	Прибор	Кол-во прибо- ров
201	1210	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1740	PURMO Compact 300/900/33	1
301	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
401	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
501	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
601	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
701	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
801	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
901	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
1001	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
1101	860	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1162	PURMO Compact 400/600/33	1
1201	900	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1228	PURMO Compact 400/600/33	1
1301	1080	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1525	PURMO Compact 400/700/33	1
202	1190	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1707	PURMO Compact 300/900/33	1
302	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
402	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
502	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
602	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
702	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
802	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1

Продолжение таблицы 3

902	790	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1046	PURMO Compact 400/600/33	1
1002	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
1102	880	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1195	PURMO Compact 400/600/33	1
1202	920	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1261	PURMO Compact 400/600/33	1
1302	1080	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1525	PURMO Compact 400/700/33	1
203	1190	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1707	PURMO Compact 300/900/33	1
303	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
403	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
503	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
603	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
703	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
803	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1
903	790	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1046	PURMO Compact 400/600/33	1
1003	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
1103	880	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1195	PURMO Compact 400/600/33	1
1203	920	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1261	PURMO Compact 400/600/33	1
1303	1080	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1525	PURMO Compact 400/700/33	1
204	1200	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1723	PURMO Compact 300/900/33	1
304	810	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1079	PURMO Compact 400/600/33	1
404	810	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1079	PURMO Compact 400/600/33	1
504	810	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1079	PURMO Compact 400/600/33	1
604	810	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1079	PURMO Compact 400/600/33	1

Продолжение таблицы 3

704	810	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1079	PURMO Compact 400/600/33	1
804	810	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1079	PURMO Compact 400/600/33	1
904	810	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1079	PURMO Compact 400/600/33	1
1004	820	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1096	PURMO Compact 400/600/33	1
1104	860	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1162	PURMO Compact 400/600/33	1
1204	900	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1228	PURMO Compact 400/600/33	1
1304	1110	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1575	PURMO Compact 400/700/33	1
205	1200	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1723	PURMO Compact 300/900/33	1
305	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
405	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
505	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
605	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
705	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
805	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
905	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
1005	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
1105	850	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1145	PURMO Compact 400/600/33	1
1205	890	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1211	PURMO Compact 400/600/33	1
1305	1100	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1558	PURMO Compact 400/700/33	1
206	1190	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1707	PURMO Compact 300/900/33	1
306	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1
406	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1

Продолжение таблицы 3

506	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1
606	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1
706	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1
806	760	80,0	60,0	49,0	0,605	174	997	PURMO Compact 400/600/33	1
906	800	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1063	PURMO Compact 400/600/33	1
1006	850	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1145	PURMO Compact 400/600/33	1
1106	890	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1211	PURMO Compact 400/600/33	1
1206	930	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1277	PURMO Compact 400/600/33	1
1306	1130	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1608	PURMO Compact 400/700/33	1
207	1200	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1723	PURMO Compact 300/900/33	1
307	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
407	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
507	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
607	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
707	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
807	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
907	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
1007	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
1107	860	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1162	PURMO Compact 400/600/33	1
1207	900	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1228	PURMO Compact 400/600/33	1
1307	1110	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1575	PURMO Compact 400/700/33	1
208	1190	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1707	PURMO Compact 300/900/33	1

Продолжение таблицы 3

308	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
408	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
508	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
608	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
708	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
808	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1
908	790	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1046	PURMO Compact 400/600/33	1
1008	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
1108	880	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1195	PURMO Compact 400/600/33	1
1208	920	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1261	PURMO Compact 400/600/33	1
1308	1110	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1575	PURMO Compact 400/700/33	1
209	1190	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1707	PURMO Compact 300/900/33	1
309	680	80,0	60,0	49,0	0,605	174	865	PURMO Compact 400/600/33	1
409	680	80,0	60,0	49,0	0,605	174	865	PURMO Compact 400/600/33	1
509	680	80,0	60,0	49,0	0,605	174	865	PURMO Compact 400/600/33	1
609	680	80,0	60,0	49,0	0,605	174	865	PURMO Compact 400/600/33	1
709	690	80,0	60,0	49,0	0,605	174	881	PURMO Compact 400/600/33	1
809	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/600/33	1
909	780	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1030	PURMO Compact 400/600/33	1
1009	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
1109	870	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1178	PURMO Compact 400/600/33	1
1209	910	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1244	PURMO Compact 400/600/33	1

Продолжение таблицы 3

1309	1090	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1542	PURMO Compact 400/700/33	1
210	1190	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1707	PURMO Compact 300/900/33	1
310	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1
410	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1
510	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1
610	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1
710	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1
810	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1
910	790	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1046	PURMO Compact 400/600/33	1
1010	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
1110	880	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1195	PURMO Compact 400/600/33	1
1210	920	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1261	PURMO Compact 400/600/33	1
1310	1110	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1575	PURMO Compact 400/700/33	1
211	1200	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1723	PURMO Compact 300/900/33	1
311	700	80,0	60,0	49,0	0,605	174	898	PURMO Compact 400/600/33	1
411	700	80,0	60,0	49,0	0,605	174	898	PURMO Compact 400/600/33	1
511	700	80,0	60,0	49,0	0,605	174	898	PURMO Compact 400/600/33	1
611	700	80,0	60,0	49,0	0,605	174	898	PURMO Compact 400/600/33	1
711	720	80,0	60,0	49,0	0,605	174	931	PURMO Compact 400/600/33	1
811	770	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1013	PURMO Compact 400/600/33	1
911	810	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1079	PURMO Compact 400/600/33	1
1011	860	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1162	PURMO Compact 400/600/33	1

Продолжение таблицы 3

1111	900	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1228	PURMO Compact 400/600/33	1
1211	940	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1294	PURMO Compact 400/600/33	1
1311	1120	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1591	PURMO Compact 400/700/33	1
212	2040	80,0	60,0	49,0	0,605	174	3111	PURMO Compact 300/600/33	3
312	1530	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2268	PURMO Compact 400/500/33	3
412	1530	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2268	PURMO Compact 400/500/33	3
512	1530	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2268	PURMO Compact 400/500/33	3
612	1530	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2268	PURMO Compact 400/500/33	3
712	1530	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2268	PURMO Compact 400/500/33	3
812	1530	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2268	PURMO Compact 400/500/33	3
912	1530	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2268	PURMO Compact 400/500/33	3
1012	1530	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2268	PURMO Compact 400/500/33	3
1112	1530	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2268	PURMO Compact 400/500/33	3
1212	1530	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2268	PURMO Compact 400/500/33	3
1312	1810	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2731	PURMO Compact 400/500/33	3
213	1230	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1773	PURMO Compact 300/900/33	1
313	530	80,0	60,0	49,0	0,605	174	617	PURMO Compact 400/400/33	1
413	590	80,0	60,0	49,0	0,605	174	716	PURMO Compact 400/400/33	1
513	640	80,0	60,0	49,0	0,605	174	798	PURMO Compact 400/400/33	1
613	700	80,0	60,0	49,0	0,605	174	898	PURMO Compact 400/500/33	1
713	740	80,0	60,0	49,0	0,605	174	964	PURMO Compact 400/500/33	1
813	790	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1046	PURMO Compact 400/500/33	1

Продолжение таблицы 3

913	830	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1112	PURMO Compact 400/600/33	1
1013	880	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1195	PURMO Compact 400/600/33	1
1113	920	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1261	PURMO Compact 400/600/33	1
1213	960	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1327	PURMO Compact 400/700/33	1
1313	1120	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1591	PURMO Compact 400/700/33	1
214	1230	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1773	PURMO Compact 300/900/33	1
314	540	80,0	60,0	49,0	0,605	174	633	PURMO Compact 400/400/33	1
414	600	80,0	60,0	49,0	0,605	174	732	PURMO Compact 400/400/33	1
514	650	80,0	60,0	49,0	0,605	174	815	PURMO Compact 400/400/33	1
614	710	80,0	60,0	49,0	0,605	174	914	PURMO Compact 400/500/33	1
714	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/500/33	1
814	800	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1063	PURMO Compact 400/500/33	1
914	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
1014	890	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1211	PURMO Compact 400/600/33	1
1114	930	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1277	PURMO Compact 400/600/33	1
1214	970	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1344	PURMO Compact 400/700/33	1
1314	1130	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1608	PURMO Compact 400/700/33	1
215	1980	80,0	60,0	49,0	0,605	174	3012	PURMO Compact 300/600/33	3
315	1440	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2120	PURMO Compact 400/500/33	3
415	1440	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2120	PURMO Compact 400/500/33	3
515	1440	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2120	PURMO Compact 400/500/33	3
615	1440	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2120	PURMO Compact 400/500/33	3

Продолжение таблицы 3

715	1440	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2120	PURMO Compact 400/500/33	3
815	1440	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2120	PURMO Compact 400/500/33	3
915	1440	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2120	PURMO Compact 400/500/33	3
1015	1440	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2120	PURMO Compact 400/500/33	3
1115	1440	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2120	PURMO Compact 400/500/33	3
1215	1440	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2120	PURMO Compact 400/500/33	3
1315	1690	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2533	PURMO Compact 400/500/33	3
216	1210	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1740	PURMO Compact 300/900/33	1
316	700	80,0	60,0	49,0	0,605	174	898	PURMO Compact 400/600/33	1
416	700	80,0	60,0	49,0	0,605	174	898	PURMO Compact 400/600/33	1
516	700	80,0	60,0	49,0	0,605	174	898	PURMO Compact 400/600/33	1
616	700	80,0	60,0	49,0	0,605	174	898	PURMO Compact 400/600/33	1
716	720	80,0	60,0	49,0	0,605	174	931	PURMO Compact 400/600/33	1
816	770	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1013	PURMO Compact 400/600/33	1
916	810	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1079	PURMO Compact 400/600/33	1
1016	860	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1162	PURMO Compact 400/600/33	1
1116	900	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1228	PURMO Compact 400/600/33	1
1216	940	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1294	PURMO Compact 400/700/33	1
1316	1120	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1591	PURMO Compact 400/700/33	1
217	1200	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1723	PURMO Compact 300/900/33	1
317	710	80,0	60,0	49,0	0,605	174	914	PURMO Compact 400/600/33	1
417	710	80,0	60,0	49,0	0,605	174	914	PURMO Compact 400/600/33	1

Продолжение таблицы 3

517	710	80,0	60,0	49,0	0,605	174	914	PURMO Compact 400/600/33	1
617	710	80,0	60,0	49,0	0,605	174	914	PURMO Compact 400/600/33	1
717	710	80,0	60,0	49,0	0,605	174	914	PURMO Compact 400/600/33	1
817	750	80,0	60,0	49,0	0,605	174	980	PURMO Compact 400/600/33	1
917	790	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1046	PURMO Compact 400/600/33	1
1017	840	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1129	PURMO Compact 400/600/33	1
1117	880	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1195	PURMO Compact 400/600/33	1
1217	920	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1261	PURMO Compact 400/700/33	1
1317	1100	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1558	PURMO Compact 400/700/33	1
218	1300	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1889	PURMO Compact 300/1000/33	1
318	970	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1344	PURMO Compact 400/700/33	1
418	970	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1344	PURMO Compact 400/700/33	1
518	970	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1344	PURMO Compact 400/700/33	1
618	970	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1344	PURMO Compact 400/700/33	1
718	970	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1344	PURMO Compact 400/700/33	1
818	970	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1344	PURMO Compact 400/700/33	1
918	970	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1344	PURMO Compact 400/700/33	1
1018	970	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1344	PURMO Compact 400/700/33	1
1118	970	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1344	PURMO Compact 400/700/33	1
1218	970	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1344	PURMO Compact 400/700/33	1
1318	1170	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1674	PURMO Compact 400/700/33	1
219	1210	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1740	PURMO Compact 300/900/33	1

Продолжение таблицы 3

319	1310	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1905	PURMO Compact 400/1000/33	1
419	1310	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1905	PURMO Compact 400/1000/33	1
519	1310	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1905	PURMO Compact 400/1000/33	1
619	1310	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1905	PURMO Compact 400/1000/33	1
719	1310	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1905	PURMO Compact 400/1000/33	1
819	1310	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1905	PURMO Compact 400/1000/33	1
919	1310	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1905	PURMO Compact 400/1000/33	1
1019	1310	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1905	PURMO Compact 400/1000/33	1
1119	1310	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1905	PURMO Compact 400/1000/33	1
1219	1310	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1905	PURMO Compact 400/1000/33	1
1319	1600	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2384	PURMO Compact 400/1000/33	1
220	2220	80,0	60,0	49,0	0,605	174	3408	PURMO Compact 300/900/33	2
320	1330	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1938	PURMO Compact 400/500/33	2
420	1330	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1938	PURMO Compact 400/500/33	2
520	1330	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1938	PURMO Compact 400/500/33	2
620	1330	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1938	PURMO Compact 400/500/33	2
720	1330	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1938	PURMO Compact 400/500/33	2
820	1330	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1938	PURMO Compact 400/500/33	2
920	1330	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1938	PURMO Compact 400/500/33	2
1020	1330	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1938	PURMO Compact 400/500/33	2
1120	1330	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1938	PURMO Compact 400/500/33	2
1220	1330	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1938	PURMO Compact 400/500/33	2

Окончание таблицы 3

1320	1600	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2384	PURMO Compact 400/500/33	2
ЛК1	2760	80,0	60,0	49,0	0,605	174	4300	PURMO Compact 300/400/22	11
ЛК2	2670	80,0	60,0	49,0	0,605	174	4151	PURMO Compact 300/400/22	11
221	1650	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2467	PURMO Compact 300/900/33	1
321	1150	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1641	PURMO Compact 400/900/33	1
421	1150	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1641	PURMO Compact 400/900/33	1
521	1150	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1641	PURMO Compact 400/900/33	1
621	1150	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1641	PURMO Compact 400/900/33	1
721	1150	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1641	PURMO Compact 400/900/33	1
821	1150	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1641	PURMO Compact 400/900/33	1
921	1150	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1641	PURMO Compact 400/900/33	1
1021	1150	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1641	PURMO Compact 400/900/33	1
1121	1150	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1641	PURMO Compact 400/900/33	1
1221	1150	80,0	60,0	49,0	0,605	174	1641	PURMO Compact 400/900/33	1
1321	1370	80,0	60,0	49,0	0,605	174	2004	PURMO Compact 400/900/33	1

2.4 Гидравлический расчет

Целью гидравлического расчета является определение диаметров трубопроводов и определение гидравлического сопротивления системы отопления.

Перед началом гидравлического расчета вычерчивают расчетную схему системы отопления, см. рисунок 1.

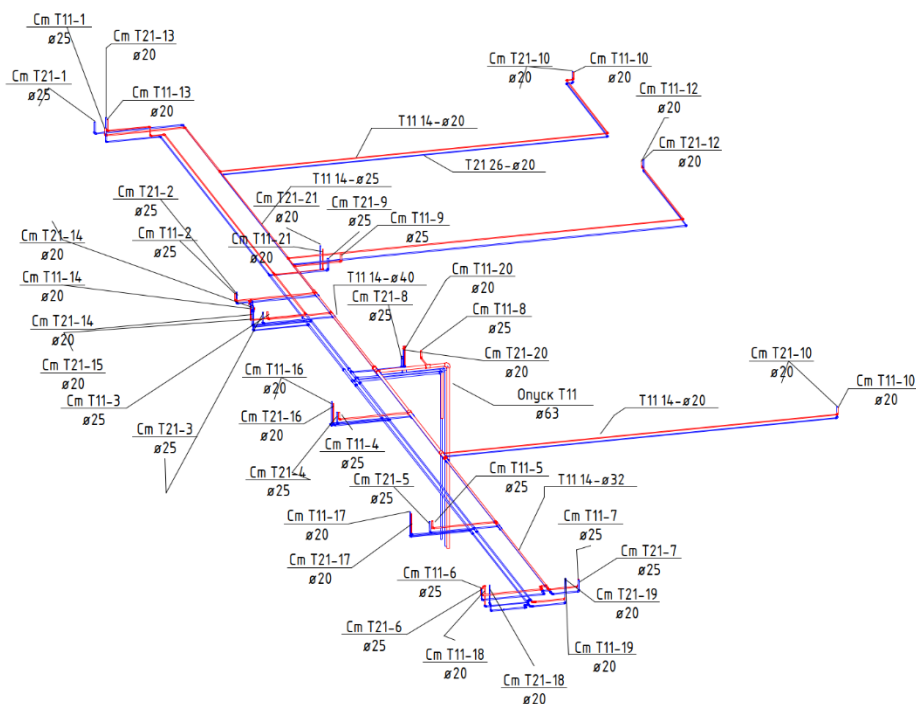


Рисунок 1 – Расчетная схема отопления

Гидравлический расчет был выполнен по методу удельных потерь давления на трение. Потери давления в системе отопления складываются из потерь давления на трение и потерь давлений в местных сопротивлениях.

$$\Delta P = R \cdot l + Z \quad (26)$$

где R – удельные потери давления на 1 м трубопровода, Па/м;

l – длина трубопровода, м;

Z – потери давления в местных сопротивлениях, Па.

В процессе гидравлического расчета по вычисляется расход по формуле:

$$G = \frac{3.6 \cdot Q}{c \cdot (t_1 - t_2)} \quad (27)$$

где Q – нагрузка на отопление, Вт;

c – теплоемкость воды, принимаема 4,187 кДж/(кг · °С);

t_1 и t_2 – тоже что и в формуле.

По принятым скоростям v , м/с при которой не будет образовываться шум, не более 1,5 м/с, назначают диаметры d , мм трубопроводов, после чего

определяются потери давления на каждом расчетном участке. Расчетным участком считается участок с постоянным расходом.

Потери давления на преодоления сил трения будут находиться по формуле:

$$P = R \cdot l \quad (28)$$

Потери давления в местных сопротивлениях будут зависеть от динамического давления и находиться по формуле:

$$Z = P_o \cdot \sum \zeta \quad (29)$$

где $P_{\text{дин}}$ – динамическое давление, определяемое по формуле:

$$P_o = \frac{\rho \cdot v^2}{2} \quad (30)$$

$\sum \xi$ – коэффициент местного сопротивления по [7].

Местное сопротивление, находящееся между смежными расчетными участками (тройник, крестовина), относят к участку с меньшим расходом воды.

Результаты гидравлического расчета главной ветки и второстепенной представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Гидравлический расчет

Главное циркуляционное кольцо

Номер уч-ка	Q, Вт	G, кг/ч	L, м	d, мм	V, м/с	R, Па/м	R*L, Па	R _{дин} , Па	$\sum \xi$	Z, Па	(R*L)+Z, Па	H _{сист} , Па
1-2	246 570	3 228	22,7	65	0,422	46	1044,2	86,37	1,9	164,10	1208	1208
2-3	121 220	1 587	4,8	65	0,217	14	67,2	22,84	4,5	102,77	170	1378
3-4	100 250	1 313	2,5	65	0,171	9	22,5	14,18	1	14,18	37	1415
4-5	97 490	1 276	4,4	40	0,281	32	140,8	38,30	1	38,30	179	1594
5-6	77 440	1 014	4,1	32	0,289	40	164	40,51	1	40,51	205	1799
6-7 стояк	38 240	501	0,8	25	0,267	49	39,2	34,58	1	34,58	74	1873
7 стояк	38 240	501	37,8	25	0,267	49	1852,2	34,58	33,5	1158,27	3010	4883
7 стояк - 7	38 240	501	0,8	25	0,267	49	39,2	34,58	1	34,58	74	4957
7-8	77 440	1 014	4,1	32	0,289	40	164	40,51	1	40,51	205	5162
8-9	97 490	1 276	4,4	40	0,281	32	140,8	38,30	1	38,30	179	5341
9-10	100 250	1 313	2,5	65	0,171	9	22,5	14,18	1	14,18	37	5378
10-11	121 220	1 587	4,8	65	0,217	14	67,2	22,84	4,5	102,77	170	5548
11-12	246 570	3 228	22,7	65	0,422	46	1044,2	86,37	1,9	164,10	1208	6756
$\Delta P=6800$ Па												
Второстепенное циркуляционное кольцо												
2-13	103 150	1 351	4,8	40	0,299	36	172,8	43,36	3,9	169,10	342	342
13-14	82 170	1 076	1,3	40	0,219	20	26	23,26	4,9	113,98	140	482
14-15	61 460	805	1,7	32	0,210	26	44,2	21,39	5,9	126,19	170	652
15-16	28 430	372	0,5	25	0,267	24	12	34,58	6,9	238,57	251	903
16-17	23 510	308	5,5	25	0,155	18	99	11,65	7,9	92,05	191	1094

Окончание таблицы 4

17-1 стояк	20 840	273	4,5	25	0,135	14	63	8,84	8,9	78,67	142	1236
1 стояк	20840	273	37,8	25	0,135	14	529,2	8,84	9,9	87,51	617	1853
1 стояк - 18	20840	273	4,5	25	0,135	14	63	8,84	10,9	96,35	159	2012
18-19	23 510	308	5,5	25	0,155	18	99	11,65	11,9	138,66	238	2250
19-20	28 430	372	0,5	25	0,267	24	12	34,58	12,9	446,02	458	2708
20-21	61 460	805	1,7	32	0,210	26	44,2	21,39	13,9	297,30	342	3050
21-22	82 170	1 076	1,3	40	0,219	20	26	23,26	14,9	346,59	373	3423
22-23	103 150	1 351	4,8	40	0,299	36	172,8	43,36	15,9	689,42	862	4285
											$\Delta P=4300 \text{ Па}$	

3 Технология монтажа панельного радиатора

Технология монтажа отопительных приборов панельных радиаторов является эффективным способом обеспечения тепла в помещениях. Она предполагает установку радиаторов на стены или подоконники с использованием специальных кронштейнов и крепежных элементов.

Процесс монтажа начинается с выбора оптимального места для размещения радиатора, учитывая расположение отопительной системы и особенности помещения. Затем производится маркировка и установка крепежных элементов на стену, которые обеспечивают надежное крепление радиатора.

После установки кронштейнов происходит подключение радиатора к системе отопления. Это включает подключение трубопроводов с помощью фитингов и установку задвижек для регулирования протока теплоносителя. Важно обеспечить герметичность соединений и правильное подключение к системе.

После завершения монтажа необходимо провести проверку работы системы и настройку радиатора. Это включает проверку на утечки, правильное функционирование задвижек и обеспечение равномерного распределения тепла по всей поверхности радиатора.

Технология монтажа панельных радиаторов отличается от других типов отопительных систем своей простотой и относительной быстротой установки. Она обеспечивает эффективное отопление помещений и может быть применена в различных типах зданий, включая жилые и коммерческие объекты.

4 Вентиляция

4.1 Общие данные

Основная задача систем вентиляции — подача в помещения наружного свежего воздуха для разбавления и замещения загрязненного, создание оптимальных условий микроклимата помещения.

В данной работе предусмотрены: система приточно-вытяжной вентиляции с механическим и естественным побуждениями, кондиционирование, система дымоудаления. Для подачи воздуха по номерам используются воздуховоды из полиэтилена высокой плотности. Система естественной вентиляции выполнена из стальных оцинкованных воздуховодов. Система дымоудаления выполнена стальными воздуховодами класса огнестойкости EI120.

Система с механическим побуждением представляет собой 2 приточно-вытяжных установки с рекуперацией тепла на каждом этаже, подающими воздух к 5 ($L = 960\text{м}^3/\text{ч}$) и к 4 ($L = 760\text{м}^3/\text{ч}$) номерам соответственно. Наружный воздух в приточной установке очищается от пыли и нагревается до температуры + 14С и по системе воздуховодов подается в каждый номер, чем обеспечивается дежурный режим вентиляции. Для доведения параметров помещения до оптимальных значений каждый номер оборудован фанкойлом-доводчиком, позволяющим создать оптимальные условия, после чего воздух подается по помещениям номера с помощью диффузоров вихревого типа. Подогрев воздуха осуществляется по системе теплоснабжения вентиляции, а охлаждение – за счет холодильной машины – чиллера, в количестве 5 установок, расположенных на кровле здания. Системы теплоснабжения вентиляции и кондиционирования воздуха выполнены из полипропиленовых труб, армированных стекловолокном. На трубопроводах данных систем предусмотрена теплоизоляция.

На случай ремонтных работ приточных установок или фанкойлов в здании предусмотрена естественная вентиляция. Удаление воздуха происходит из санузла номера. Для корректной работы вытяжной вентиляции с 5-го этажа устанавливаются осевые вентиляторы, создающие необходимое давление для удаления воздуха. Приток свежего воздуха происходит за счет приточных клапанов, установленных под подоконной доской. Всего в номере установлено 4 приточных клапана производительностью $30\text{м}^3/\text{ч}$.

На случай пожара предусмотрена противодымная вентиляция для предотвращения поражающего воздействия на людей и (или) материальные ценности продуктов горения, распространяющихся во внутреннем объеме здания при возникновении пожара в одном помещении на одном из этажей одного пожарного отсека. Удаление газов происходит из коридоров через нормально закрытые клапана дымоудаления. Выброс дыма осуществляет радиальный вентилятор дымоудаления, расположенный на кровле здания. Подача воздуха происходит в шахты лифтов и незадымляемую лестничную клетку типа Н2.

4.2 Воздухообмен помещений

Минимальный воздухообмен жилой комнаты гостиничной номера без курения принят $60\text{ м}^3/\text{ч}$ при использовании номера. Минимальный воздухообмен совмещенного санузла гостиничного номера при его использовании принят $120\text{ м}^3/\text{ч}$. Минимальный воздухообмен кладовой – кратность воздухообмена 1 ч^{-1} .

Данные сведены в таблицу 5.

Таблица 5 – воздухообмен помещений

Гостиничный номер	Воздухообмен жилой комнаты, $\text{м}^3/\text{ч}$	Воздухообмен совмещенного санузла, $\text{м}^3/\text{ч}$	Воздухообмен кладовой, $\text{м}^3/\text{ч}$	Итого, $\text{м}^3/\text{ч}$
101-1301	60	120	10	190
102-1302	60	120	10	190
103-1303	60	120	10	190
104-1304	60	120	10	190
105-1305	60	120	20	200
106-1306	60	120	10	190
107-1307	60	120	10	190
108-1308	60	120	10	190
109-1309	60	120	10	190
			Итого	1720

Данные параметры взяты по стандартам АВОК [21].

4.3 Подбор диффузоров

Для притока и вытяжки воздуха предусмотрены вихревые диффузоры.

Подача воздуха осуществляется в жилые комнаты и спальни. Удаление воздуха организовано из санузлов, кладовых и кухонь.

Диффузор вихревой предназначен для выравнивания параметров воздуха по всему объему помещения за счет формирования закрученного потока воздуха. Устанавливается под потолком с непосредственным подключением воздуховода. Монтаж диффузоров осуществляется с помощью присоединительного патрубка, который крепится к воздуховоду. Герметичность соединения обеспечивается резиновым уплотнением.

Конструкция диффузора формирует двунаправленный воздушный поток – боковые щели обеспечивают горизонтальный выброс воздуха, а внутренние ламели, размещенные под углом $30-35^\circ$ (в зависимости от модели) формируют вертикальный закрученный поток воздуха, а за счет установленных под углом лопастей имеют высокую эжектирующую способность. Диффузоры изготовлены из стали и окрашены порошковым способом.

Определяем площадь поперечного сечения диффузора, задаваясь скоростью движения воздуха. Рекомендуемые значения скорости $V=2\text{м/с}$;

$$F_{\text{диф}} = \frac{L}{3600 \cdot V}, \text{ м}^2 \quad (31)$$

Подбор вихревого диффузора указан в таблице 6

Таблица 6 – Подбор вихревого диффузора

Диффузор в:	L, м ³ /ч	Fдиф, м ²	Vфакт, м/с	Модель
Жилой комнате	130	0,0177	2,04	DWP2 150
Кухне	60	0,0086	1,94	DWP2 100
Совмещенном санузле	120	0,0177	1,88	DWP2 150
Кладовой	10	0,0086	0,32	DWP2 100
Спальня	60	0,0086	1,94	DWP2 100

Для кухонь, кладовых и спален подбираем диффузор DWP2 100, см. рисунок 2.

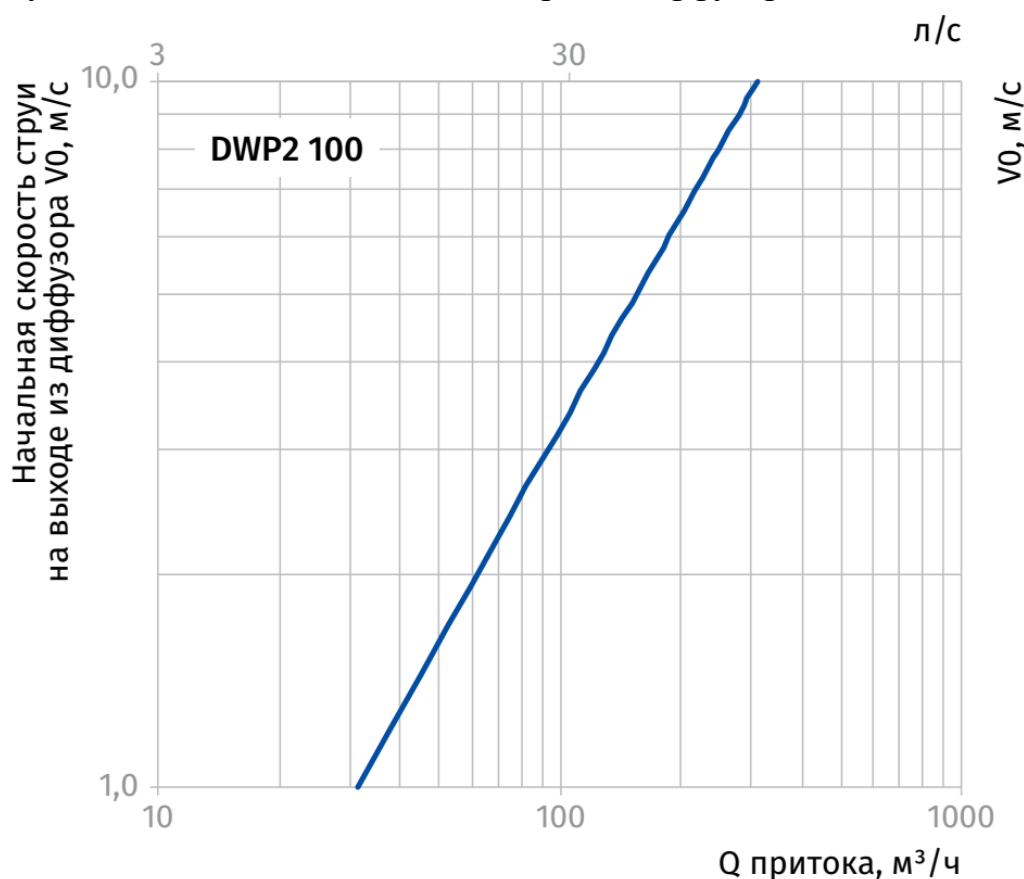


Рисунок 2 – техническая характеристика вихревого диффузора DWP2 100

Для жилых комнат и совмещенных санузлов подбираем диффузор DWP2 150, см. рисунок 3.

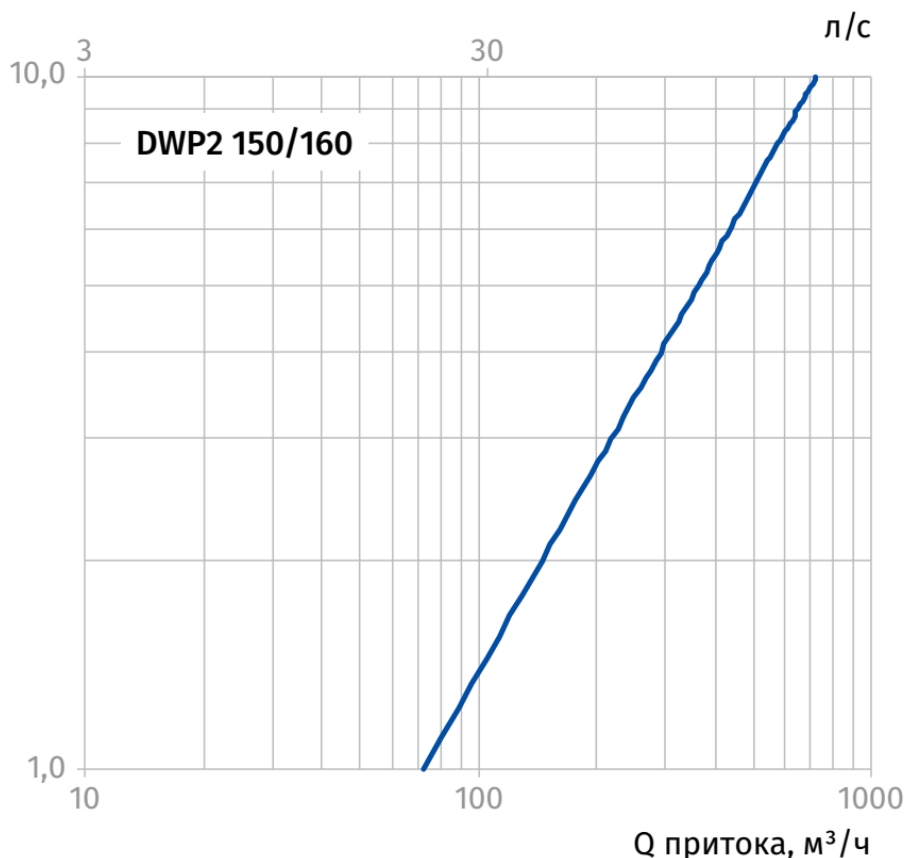


Рисунок 3 – техническая характеристика вихревого диффузора DWP2 150

Технические характеристики вихревых диффузоров взяты из каталога Blauberg DWP2.

4.4 Аэродинамический расчет механической вентиляции

Целью аэродинамического расчета является определение потерь давления при перемещении расчетных расходов воздуха на отдельных участках системы и в системе в целом. Аэродинамический расчет производится для определения размеров поперечного сечения участков сети.

Аэродинамический расчет выполняется после определения воздухообмена, по решению трассировки воздуховодов в здании и после вычерчивания аксонометрической схемы воздуховодов.

При аэродинамическом расчете схему разбивают на определенные участки (отрезки воздуховода с постоянным расходом).

Расчетные расходы на участках определяют суммированием расходов на отдельных ответвлениях, начиная с периферийных участков. Значение расхода участка указывают на аксонометрической схеме рассчитываемой системы.

Потери давления Δp , Па, на участке воздуховода длиной l определяют по формуле:

$$\Delta p = R \cdot l + Z, \tag{32}$$

R – удельная потеря давления на 1 метр воздуховода, Па/м;

Z – потеря давления в местных сопротивлениях, Па/м.

Аэродинамический расчет вентиляционной системы состоит из двух этапов: расчета участков основного направления — магистрали и увязки всех остальных участков системы.

Расчет ведется в следующей последовательности:

- 1) Начертить аксонометрическую схему системы вентиляции;
- 2) Определить нагрузки отдельных расчетных участков. Для этого систему разбивают на отдельные участки. Расчетный участок характеризуется постоянным по длине расходом воздуха. Расчетные расходы на участках определяют суммированием расходов на отдельных ответвлениях, начиная с периферийных участков. Значение расхода каждого участка указывают на аксонометрической схеме рассчитываемой системы;
- 3) Выбрать основные направления, наиболее протяженную цепочку последовательно расположенных расчетных участков. При равной протяженности в качестве расчетной выбирают наиболее нагруженную цепочку участков.
- 4) Нумерацию участков магистрали начинают с участков с меньшим расходом. Расход, длину и результаты последующих расчетов заносят в таблицу аэродинамического расчета.

Ориентировочную площадь поперечного сечения F , м^2 , принимают по формуле:

$$F=L/(3600 \cdot V_{\text{рек}}), \quad (33)$$

где L — расчетный расход воздуха, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$V_{\text{рек}}$ — рекомендуемая скорость движения воздуха на участках вентиляционных систем, $\text{м}/\text{с}$;

5) фактическую скорость $V_{\text{фак}}$, $\text{м}/\text{с}$, определяют с учетом принятого стандартного воздуховода, определяется по формуле:

$$V_{\text{фак}}= L/(3600 \cdot F_{\text{ф}}) \quad (34)$$

При этой скорости вычисляют динамическое давление на участке:

$$P_{\text{д}} = \rho \cdot v^2/2, \text{ Па} \quad (35)$$

Потери давления в местных сопротивлениях, Па:

$$Z=\sum \xi \cdot P_{\text{д}} \quad (36)$$

Удельные потери давления на трение, Па/м, в круглых воздуховодах:

$$R=\lambda \cdot P_{\text{д}}/d, \quad (37)$$

где λ – коэффициент гидравлического сопротивления трения;

d – диаметр воздуховода;

$P_{\text{д}}$ – динамическое давление, Па.

$$\lambda =0,11 \cdot \left(\frac{K_{\text{э}}}{d} + \frac{68}{Re}\right)^{0,25}, \quad (38)$$

где κ_3 – абсолютная эквивалентная шероховатость поверхности воздуховода;
 Re – критерий Рейнольдса.

$$Re = v \cdot d / \nu, \quad (39)$$

где ν – кинематическая вязкость воздуха, $\text{м}^2/\text{с}$;
 v – скорость движения воздуха в воздуховоде, $\text{м}/\text{с}$.

Расчет механической вентиляции на примере участка 1 системы ПВ1:

$$L = 130 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$l = 7 \text{ м};$$

$$F = 130 / (3600 \cdot 6) = 0,006 \text{ м}^2;$$

Принят воздуховод из полимерных материалов 90мм;

$$V_{\text{фак}} = 130 / (3600 \cdot 0,0064) = 5,68 \text{ м}/\text{с};$$

$$\kappa_3 = 0,0007 \text{ мм};$$

$$\nu = 0,0000146198 \text{ м}^2/\text{с};$$

$$Re = 5,68 \cdot 90 / 0,0000146198 = 34166,78;$$

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{0,0007}{90} + \frac{68}{34166,78} \right)^{0,25} = 0,02;$$

$$P_d = 1,22 \cdot 5,68^2 / 2 = 19,44 \text{ Па};$$

$$R = 0,02 \cdot 19,44 / 0,09 = 4,32 \text{ Па}/\text{м};$$

$$Z = 2,18 \cdot 19,44 = 42,38 \text{ Па};$$

$$\Delta p = 4,32 \cdot 7 + 42,38 = 72,62 \text{ Па}.$$

Аналогично рассчитываем другие участки.

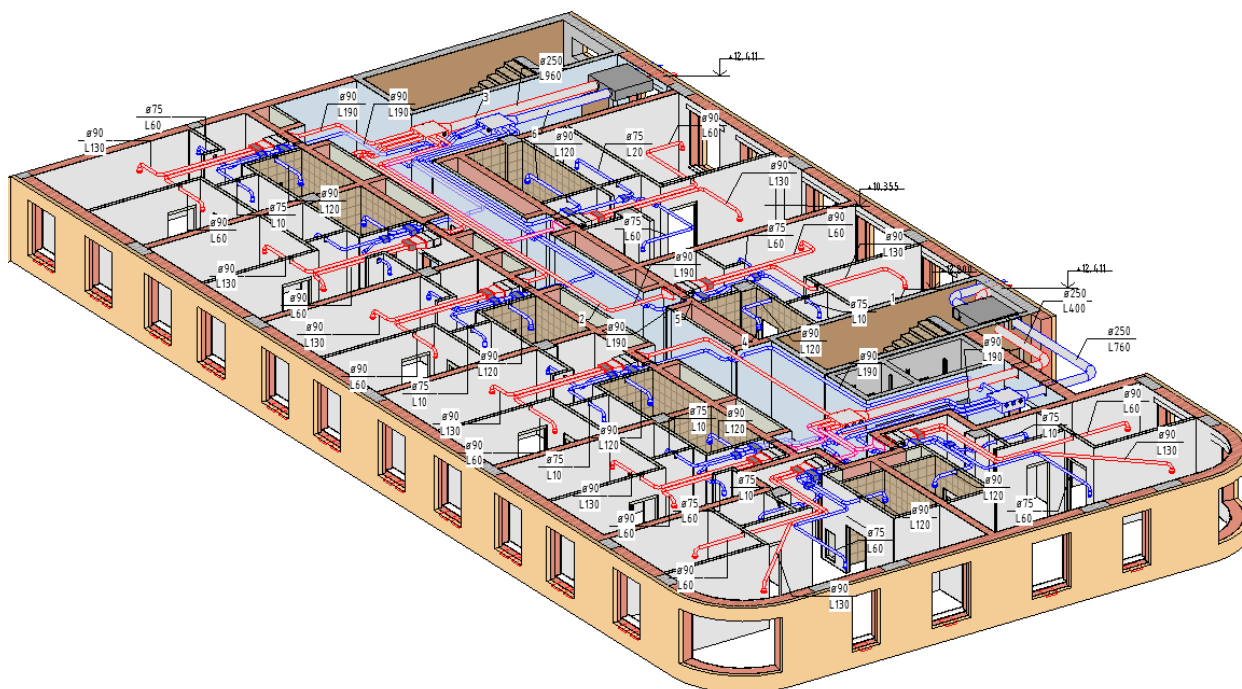


Рисунок 4 – расчетная схема ПВ1 и ПВ2

Результаты аэродинамического расчета занесены в приложение 1.

4.5 Аэродинамический расчет естественной вентиляции

Перед началом расчета на планах здания намечают расположение каналов и вытяжных шахт, определяют количество воздуха, удаляемого из помещений и через каждый канал. Далее вычерчивается аксонометрическая схема, на которую наносят номера участков и расчетные объемы воздуха. Расчет сети каналов естественной вентиляции обычно начинают с ветви, для которой гравитационное давление имеет наименьшее значение, т.е. для каналов из помещений верхнего этажа.

Располагаемое гравитационное давление ΔP_p определяют при t наружного воздуха равной $+5$ °С, т.к. в холодный период условия для работы естественной вентиляции более благоприятные:

$$\Delta P_p = g \cdot h \cdot (\rho_n - \rho_v), \text{ Па}, \quad (40)$$

где h – расстояние по вертикали от центра вытяжного отверстия до устья вытяжной шахты;

ρ_n и ρ_v – плотность наружного и внутреннего воздуха $\rho_n = 1,27$ кг/м³ (при $t_n = +5$ °С), $\rho_v = 1,213$ кг/м³ (при $t_n = +18$ °С).

Определяем площадь сечения вытяжного канала:

$$F = L / (3600 \cdot v), \text{ м}^2, \quad (41)$$

где L – количество удаляемого через канал воздуха, м³/ч;

v – скорость движения воздуха, м/с. Рекомендуемая скорость воздуха в вытяжной шахте $v = 1-1,5$ м/с.

По таблице расчета металлических воздухопроводов прямоугольного сечения определяем потери давления на 1 пм R_i и подсчитываем потери давления на трение на участке:

$$\Delta P_{\text{мрi}} = R_i \cdot l_i, \text{ Па}, \quad (42)$$

где l_i – длина участка в м.

Определяем общие потери давления на трение и местные сопротивления на всех участках сети:

$$\Delta P_{\text{св}} = \sum(R \cdot l + Z), \text{ Па} \quad (43)$$

Если общие потери давления получаются на 10% меньше величины располагаемого давления ΔP_p , то выбранное сечение каналов принимается как окончательное.

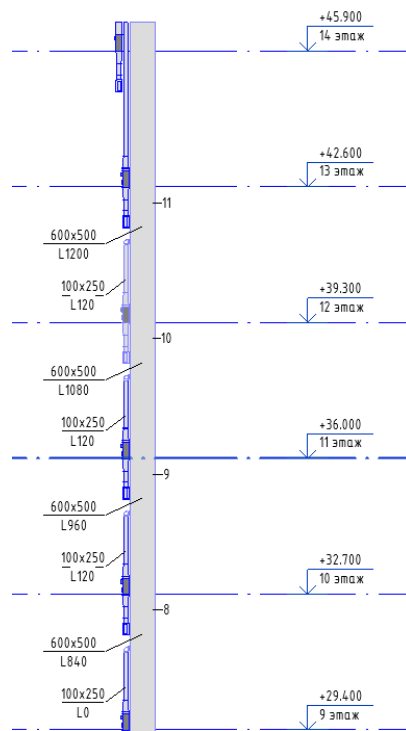


Рисунок 5 – расчетная схема ВЕ

Расчет участка 11 этажа, см. рисунок 5.

$$\Delta P_p = g \cdot h \cdot (\rho_n - \rho_v) = 9,8 \cdot 7,3 \cdot (1,27 - 1,213) = 4,1 \text{ Па}$$

Расчет спутника:

$$F = L / (3600 \cdot v) = 120 / (3600 \cdot 1) = 0,033 \text{ м}^2$$

Сечение воздуховода принято $0,10 \times 0,25 \text{ м}^2$;

$$F_{\text{факт}} = 0,10 \cdot 0,25 = 0,025 \text{ м}^2;$$

$$v_{\text{факт}} = 120 / (3600 \cdot 0,025) = 1,33 \text{ м/с};$$

Рассчитываем потери на трения для спутника:

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot l = 0,24 \cdot 3,3 = 0,79 \text{ Па};$$

Рассчитываем потери давления и местные сопротивления для спутника (жалюзийная решетка и 2 отвода) с учетом потерь давления на приточном клапане (10 Па):

$$Z = \sum \xi \cdot P_d = (1,2 + 0,17 \cdot 2) \cdot 1,1 + 10 = 11,7 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{св(спутник)}} = R \cdot l + Z = 0,79 + 11,7 = 12,5 \text{ Па}$$

Расчет общих потерь давления и местных сопротивлений для 11 этажа:

$$F = L / (3600 \cdot v) = 1200 / (3600 \cdot 1,2) = 0,278 \text{ м}^2$$

Сечение воздуховода принято $0,5 \times 0,6 \text{ м}^2$;

$$F_{\text{факт}} = 0,5 \cdot 0,6 = 0,3 \text{ м}^2;$$

$$v_{\text{факт}} = 1200 / (3600 \cdot 0,3) = 1,11 \text{ м/с};$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = R \cdot l = 0,035 \cdot 4 = 0,14 \text{ Па};$$

$$Z = \sum \xi \cdot P_d = 2,1 \cdot 0,8 = 1,6 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{св(магистраль)}} = \sum(R \cdot l + Z) = 1,8 \text{ Па}$$

$$\Delta P_{\text{св(общая)}} = 1,8 + 12,5 = 14,3 \text{ Па.}$$

$\Delta P_p < \Delta P_{\text{св(общая)}}$. Условие не выполняется, устанавливаем вентилятор Ducto Plus Blaubeurg, см. рисунок 6.

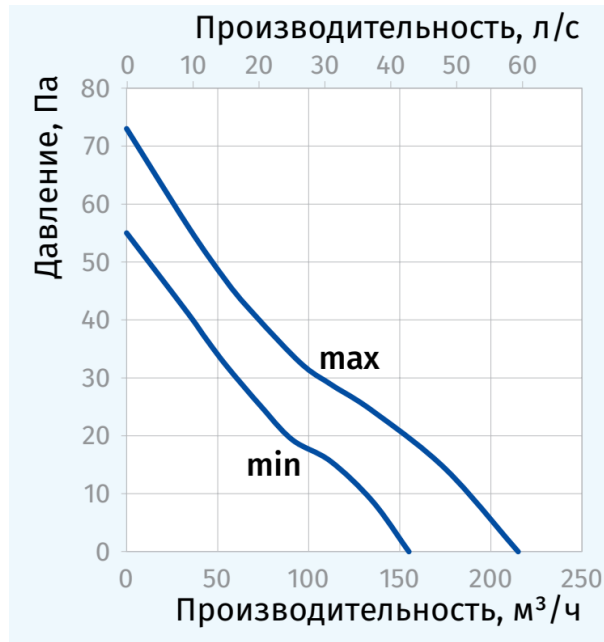


Рисунок 6 – технические характеристики вентилятора Ducto Plus

Аналогично проводит расчеты остальных участков и сводим результаты в приложение 2.

4.6 Подбор основного оборудования

Исходными данными для подбора фанкойлов являются расход нагреваемого воздуха (G , кг/ч) и параметры нагреваемого воздуха (начальная и конечная температуры, °С);

Определяем нагрузку на нагрев воздуха:

$$Q = 0,28 \cdot G \cdot (t_k - t_n), \text{ Вт} \quad (44)$$

$$Q = 0,28 \cdot 190 \cdot (24 - 16) = 425,6 \text{ Вт}$$

Определяем нагрузку на охлаждение воздуха:

$$Q = 0,28 \cdot G \cdot (t_n - t_k), \text{ Вт} \quad (45)$$

$$Q = 0,28 \cdot 190 \cdot (30 - 18) = 638,4 \text{ Вт}$$

Четырехтрубные фанкойлы AC

КАНАЛЬНЫЕ, ЧЕТЫРЕХТРУБНЫЕ

Модель			MDKT3-200F (G30/G50)	MDKT3-300F (G30/G50)	MDKT3-400F (G30/G50)	MDKT3-500F (G30/G50)	MDKT3-600F (G30/G50)
Производительность	Охлаждение (Выс.)	кВт	2,0	2,7	3,6	4,3	5,0
	Нагрев (Выс.)	кВт	3,0	4,0	5,2	5,7	7,2
Электропитание		В/Гц/Ф	220-240/50/1				
Номинальная потр. мощность (охл.) G12/G30/G50		Вт	33/49/49	53/64/64	66/75/75	87/96/96	100/114/114
Рабочие показатели	Расход воздуха (Выс.)	м³/ч	340	510	680	850	1020
	Уровень шума, 12Па (Низк.)	дБ(А)	26	27	28	30	32
	Уровень шума, 30Па (Низк.)	дБ(А)	31	32	33	34	35
	Уровень шума, 50Па (Низк.)	дБ(А)	32	34	35	36	37
	Стат. Давление	Па	G12 - 12 / G30 - 30 / G50 - 50				
Гидравлические параметры	Сопротивление (Охлаждение)	кПа	7,6	14,4	8,2	9,5	17,2
	Сопротивление (Нагрев)	кПа	6,8	12,5	23,5	24,0	40,7
	Расход воды (Охлаждение)	м³/час	0,344	0,464	0,619	0,740	0,860
	Расход воды (Нагрев)	м³/час	0,258	0,344	0,447	0,490	0,619
Размер	Ш x В x Г	мм	741*241*522	841*241*522	941*241*522		1161*241*522
Размер в упаковке	Ш x В x Г	мм	790*260*550	890*260*550	990*260*550		1210*260*550
Вес нетто		кг	15,1	17,5	20,7		23,5
Вес брутто		кг	17,4	20,0	23,1		26,5
Диаметр труб	Входная (Охлаждение)	дюйм	3/4" ВР				
	Выходная (Охлаждение)	дюйм	3/4" ВР				
	Входная (Нагрев)	дюйм	3/4" ВР				
	Выходная (Нагрев)	дюйм	3/4" ВР				
	Дренажная труба (НД)	мм	24				

Рисунок 7 – технические характеристики четырехтрубного фанкойла

Добавим теплопоступления бытовые, от людей и от солнца ($Q_{\text{тп}}=2\text{кВт}$)

$$Q=2+0,638=2,638 \text{ кВт}$$

Выбираем фанкойл модели MDKT3-300F, см. рисунок 7.

Рассчитаем требуемую мощность чиллера:

$$Q_{\text{ч}} = Q_{\text{ф}} \cdot n \cdot k, \text{ кВт} \quad (46)$$

где n – количество этажей в здании с установленными фанкойлами;
 k – количество фанкойлов на этаже.

$$Q_{\text{ч}} = Q_{\text{ф}} \cdot n \cdot k = 2,638 \cdot 12 \cdot 9 = 285 \text{ кВт} \quad (47)$$

Выбираем 5 чиллером модели MDC-SU90-RNIL, см. рисунок 8.

Модель			MDC-SU30-RN1L	MDC-SU30M-RN1L	MDC-SU60-RN1L	MDC-SU60M-RN1L	MDC-SU90-RN1L	MDC-SU90M-RN1L
Производительность	Охлаждение	кВт	27,0	27,6	55,0		82,0	
	Нагрев	кВт	31,0	31,0	61,0	61,0	90,0	
Электропитание		В/Гц/Ф	380-415/50/3					
Охлаждение	Номинальная потребляемая мощность	кВт	10,80	11,40	22,00	23,20	36,80	38,00
	Номинальный потребляемый ток	А	15,90	15,75	31,50	32,52	53,18	54,91
	EER	Вт/Вт	2,50	2,42	2,50	2,37	2,23	2,16
	SEER	Вт/Вт	4,08	3,93		4,28	4,08	3,83
Нагрев	Номинальная потребляемая мощность	кВт	10,50	11,20	20,30	21,50	32,80	34,00
	Номинальный потребляемый ток	А	15,38	15,35	29,00	30,64	47,40	49,13
	COP	Вт/Вт	2,95	2,77	3,00	2,84	2,74	2,65
	SCOP	Вт/Вт	4,01	3,28	3,85	3,45	3,99	3,75
Максимальная потребляемая мощность		кВт	12,46	13,63	25,47	25,53	41,52	47,33
Максимальный потребляемый ток		А	18,0	18,7	36,8	39,8	60,0	68,4
Компрессор	Количество		1			2		
Гидравлические параметры испарителя	Тип		Пластинчатый					
	Сопротивление	кПа	55	55	61	61	75	75
	Расход воды	м³/ч	5,0			9,8		15,0
Напор насоса	м	-	15	-	15	-	15	
Диаметр труб	мм	DN40			DN50			
Хладагент	Тип		R410a					
	Заводская заправка	кг	10,5			17,0		27,0
Уровень шума	дБ(А)	65,8	68	72,1	73	80,1	81	
Размер	Ш x В x Г	1870*1175*1000			2220*1325*1055		3220*1513*1095	
Размер в упаковке	Ш x В x Г	1910*1225*1035			2250*1370*1090		3275*1540*1130	
Вес нетто	кг	300	315	480	515	710	710	
Вес брутто	кг	310	325	490	525	739	739	
Рабочий диапазон температур наружного воздуха*	Охлаждение	°С	-10°С ~ +43°С					
	Нагрев	°С	-15°С ~ +30°С				-20°С ~ +30°С	
Пределы регулировки температуры теплоносителя**	Охлаждение	°С	+5°С ~ +20°С					
	Нагрев	°С	+25°С ~ +55°С					

Рисунок 8 – технические характеристики чиллера

Подбор приточно-вытяжных установок производят по их характеристикам. Производительность приточно-вытяжной установки, м³/ч, принимаем по расчетному расходу воздуха для системы:

$$L_{\text{пву}} = K_{\text{подс}} \cdot L_{\text{сист}}, \text{ м}^3/\text{ч}, \quad (48)$$

где $K_{\text{подс}}$ — коэффициент, учитывающий подсос и утечку воздуха из системы, равное 1,1;

Давление, создаваемое приточно-вытяжной установкой, равно:

$$P_{\text{пву}} = 1,1 \cdot \Delta P_n, \text{ Па}, \quad (49)$$

где 1,1 — коэффициент, учитывающий 10%-ый запас давления на неучтенные потери; ΔP_n — общие потери давления в системе (потери в сети и вентиляционном оборудовании).

В данной выпускной квалификационной работе спроектированы две приточно-вытяжных системы. Приточно-вытяжные установки подобраны по каталогу Blauberg, см. рисунок 9.

$$L_{\text{пву1}} = 960 \cdot 1,1 = 1056 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$P_{\text{пву1}} = 500 \cdot 1,1 = 550 \text{ Па}.$$

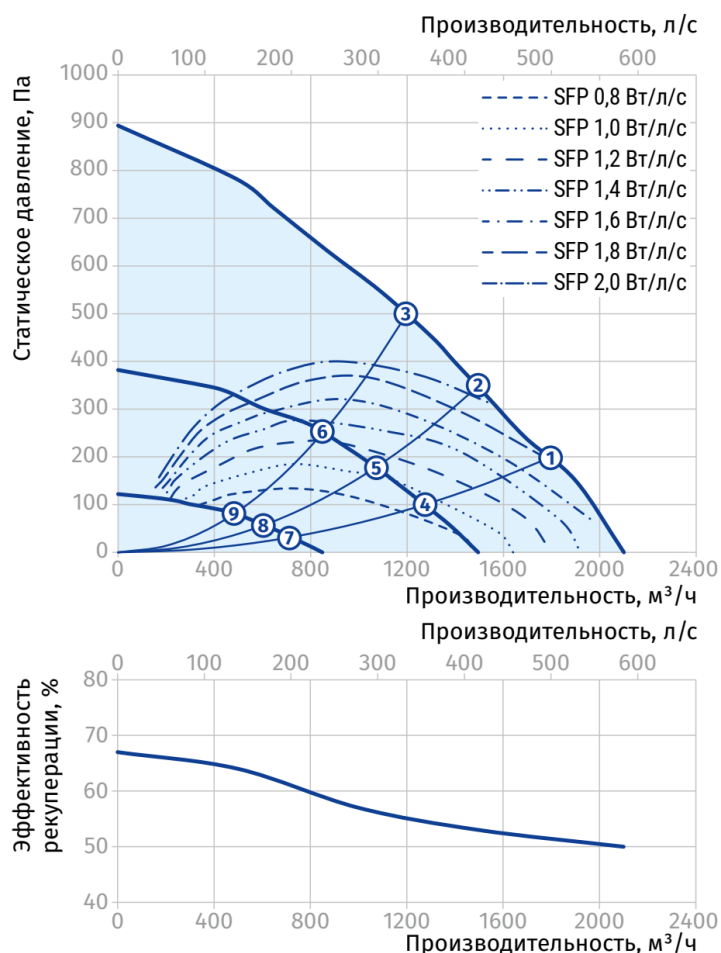


Рисунок 9 – Технические характеристики приточно-вытяжной установки с рекуперацией тепла COMFORT EC DBE 2000 S21

Подбор второй приточно-вытяжной установки производится аналогичным образом.

4.7 Противодымная защита коридоров

Удаление дыма при пожаре для обеспечения эвакуации людей из помещений гостиницы в начальной стадии пожара, возникшего в одном помещении, запроектировано из коридоров гостиницы[25]. Удаление дыма осуществляет системой с искусственным побуждением. Дымовые клапана размещены под потолком коридора.

Количество дыма, удаляемого из коридоров через дымовые клапаны:

$$G_d = 0,95BN^{1,5}, \text{ кг/с}, \quad (50)$$

где B – ширина большей створки двери при выходе из коридора или холла на лестничную клетку или наружу, м;

H – высота двери, м.

Потери давления в открытом дымовом клапане, Па:

$$P_1 = (\xi_1 + \xi_2) \cdot (V_p)^2 / (2p), \quad (51)$$

где ξ_1 – коэффициент сопротивления входа в дымовой клапан и в шахту, с коленом 90° принимается равным 2,2;

ξ_2 – коэффициент сопротивления в месте присоединения клапана к шахте или отвления от нее, принимается по справочнику [13].

V_p – массовая скорость дыма в проходном сечении (F) клапана, $\text{кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$; $V_p = G_d/F$; массовую скорость дыма в проходном сечении рекомендуется принимать 7-10 $\text{кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$.

ρ – плотность дыма, при температуре 300°C принимается $0,61 \text{ кг}/\text{м}^3$.

Потери давления на трение и местные сопротивления, Па:

$$P_2 = K_{\text{тр}} \cdot R_{\text{тр}} \cdot K_c \cdot l + \sum \xi (V_p^2) / (2\rho), \quad (52)$$

где $K_{\text{тр}}$ – коэффициент, учитывающий содержание в дыме твердых частицы, принятый 10,8;

$R_{\text{тр}}$ – потери давления на трение, $\text{кг}/\text{м}^2$ по справочнику [13] для эквивалентного диаметра участка воздуховода или шахты, соответствующие величине скоростного давления при массовой скорости дыма или газов на этом участке воздуховода или шахты;

K_c – коэффициент для стальных воздухопроводов, принятый 1,0;

l – длина шахты или воздуховода, м;

V_p – массовая скорость дыма в воздуховодах и шахтах, $\text{кг}/(\text{с}\cdot\text{м}^2)$;

ρ – плотность дыма, $\text{кг}/\text{м}^3$.

Расход воздуха, подсасываемого через неплотности закрытого дымового клапана, $\text{кг}/\text{с}$, на 2-м участке:

$$G_{\text{к1}} = 0,0112 \cdot (AP)^{0,5}, \quad (53)$$

где A – площадь проходного сечения клапана, м^2 ;

P – потери давления при проходе воздуха через неплотности притворов закрытого клапана, Па, принимается по расчету первого участка системы, $P=P_1+P_2$.

Количество дыма в устье дымовой шахты с учетом подсоса воздуха через неплотности закрытых клапанов со 2-го по верхний этаж здания, $\text{кг}/\text{с}$, определяется в первом приближении:

$$G_{y1} = G_d + G_{\text{к1}}(N-1), \quad (54)$$

где G_d , $G_{\text{к1}}$ – количество дыма по формуле (37) и расход воздуха через закрытый клапан по формуле(40);

N – число этажей в здании, в которых предусматривается удаление дыма.

Потери давления в дымовой шахте, Па, при расходе газов в устье шахты G_{y1} , $\text{кг}/\text{с}$, определяем при среднем скоростном давлении в шахте:

$$P_{y1} = 10,8 \cdot R_{\text{тр}} \cdot K_c \cdot H_3 \cdot (N-1) + 0,1 \cdot (N-1) \cdot h_{\text{д.ср}} + P_1 + P_2, \quad (55)$$

где $R_{\text{тр}}$ – потери давления на трение, $\text{кгс}/\text{м}^2$, при среднем скоростном давлении $h_{\text{д.ср}}$, Па;

K_c – коэффициент для стальных воздуховодов, принятый 1,0;

H_3 – высота этажа здания, м;

N – число этажей в здании;

$h_{д.ср} = (h_{д1} + h_{ду}) \cdot 0,5$;

$h_{д1} = (G_d/F_{ш})^2 / (2 \cdot 0,61)$ – на 1-м участке;

$h_{ду} = (G_{y1}/F_{ш})^2 / (2 \cdot p_y)$ – в устье шахты;

$p_y = G_{y1}(G_d/0,61 + (G_{y1} - G_d)/1,2)$;

P_1 – потери давления в открытом дымовом клапане, Па;

P_2 – потери давления на трение и местные сопротивления, Па.

Массовую скорость газов в устье шахты рекомендуется принимать не более $15 \text{ кг}/(\text{с} \cdot \text{м}^2)$.

Расход воздуха, кг/с, подсасываемого через закрытый дымовой клапан на верхнем этаже здания при давлении газов в устье шахты P_{y1} , Па:

$$G_{к2} = 0,0112 \cdot (AP_{y1})^{0,5}, \quad (56)$$

где A – площадь проходного сечения клапана, м^2 ;

P_{y1} – потери давления в дымовой шахте, Па.

Поступление воздуха в дымовую шахту через закрытые дымовые клапаны и дыма через открытый клапан на 2-м этаже, кг/с, определяется во втором приближении:

$$G_{y2} = (G_{к1} + G_{к2}) \cdot (N-1) + G_d, \quad (57)$$

где $G_{к1}$ – расход воздуха, подсасываемого через неплотности закрытого дымового клапана, кг/с, на 2-м участке;

$G_{к2}$ – расход воздуха, кг/с, подсасываемого через закрытый дымовой клапан на верхнем этаже здания при давлении газов в устье шахты P_{y1} , Па;

N – число этажей в здании;

G_d – количество дыма, удаляемого из коридоров через дымовые клапаны.

Сопротивление участка воздуховода от дымовой шахты до вентилятора – $P_{вс}$, Па рассчитывается по формуле (52) при расходе G_{y2} .

Потери давления системы на всасывании, Па, до вентилятора (отрицательное статическое давление) определяется по формуле

$$P_{y2} = P_{y1} + P_{вс}, \quad (58)$$

где P_{y1} – по формуле (55);

$P_{вс}$ – сопротивление участка воздуховода от дымовой шахты до вентилятора.

Подсосы воздуха через неплотности воздуховодов, кг/с, определяется при давлении P_{y2} и по табл.2[11].

$$G_{п} = K \cdot (G_1 \cdot \Pi_1 \cdot l_1) + (G_2 \cdot \Pi_2 \cdot l_2), \quad (59)$$

где G_1, G_2 – удельный расход воздуха $G_{уд} \cdot 10^3$, кг/(с·м²) на 1 м² внутренней поверхности воздуховода.

Общий расход газов до вентилятора, кг/с:

$$G_{сум} = G_{y2} + G_{п}, \quad (60)$$

Потери давления в сети до вентилятора P_v , Па, с учетом подсосываемого воздуха через неплотности воздухопроводов:

$$P_v = P_{y2}(1+(G_{сум}/G_{y1})^2) \cdot 0,5$$

Плотность смеси воздуха и газов перед вентилятором, кг/м³:

$$\rho_{сум} = G_{сум}/(G_{д}/0,61+(G_{сум} - G_{д})/1,2), \quad (61)$$

Температура смеси газов, °С:

$$T=(353 - 273 \cdot \rho_{сум})/\rho_{сум}.$$

Определяется естественное давление газов при общей высоте шахты:

$H_{ш}$, Па:

$$P_{ес} = H_{ш}(y_n - (\rho_{сум} + \rho_{д}) \cdot 4,95), \quad (62)$$

где $\rho_{д}$ – плотность дымовых газов, при удалении из коридоров принимается 0,61 кг/м³;

$\rho_{сум}$ – плотность дымовых газов, удаляемых из здания, кг/м³;

y_n – удельный вес наружного воздуха в теплый период года по параметрам Б, Н/м³, рассчитывается по формуле $y_n = 3463/(273+t_n)$.

Потери давления в сети дымоудаления с учетом естественного давления газов, Па:

$$P_{вен} = P_{сум} - P_{ес}, \quad (63)$$

где $\rho_{сум}$ – плотность дымовых газов, удаляемых из здания, кг/м³;

$P_{ес}$ – естественное давление газов, Па.

Вентилятор для удаления газов выбирается по условным потерям давления $P_{ус}$, Па, приведенным к плотности стандартного воздуха, и по суммарному расходу дымовых газов L_v , м³/ч, на выходе из вентилятора. $P_{ус}$ и L_v определяются по формулам:

$$P_{ус} = 1,2P_{вен}/\rho_{сум}; \quad (64)$$

$$L_v = 3600 \cdot G_{сум}/\rho_{сум}. \quad (65)$$

По окончании расчета следует уточнить требуемое давление вентилятора для удаления дыма при возникновении пожара на верхнем этаже здания без учета естественного давления.

Для удаления дыма в данной ВКР используется радиальный крышной вентилятор. Выброс дыма в атмосферу выполняется через трубы без зонтов на высоте 2м. от кровли.

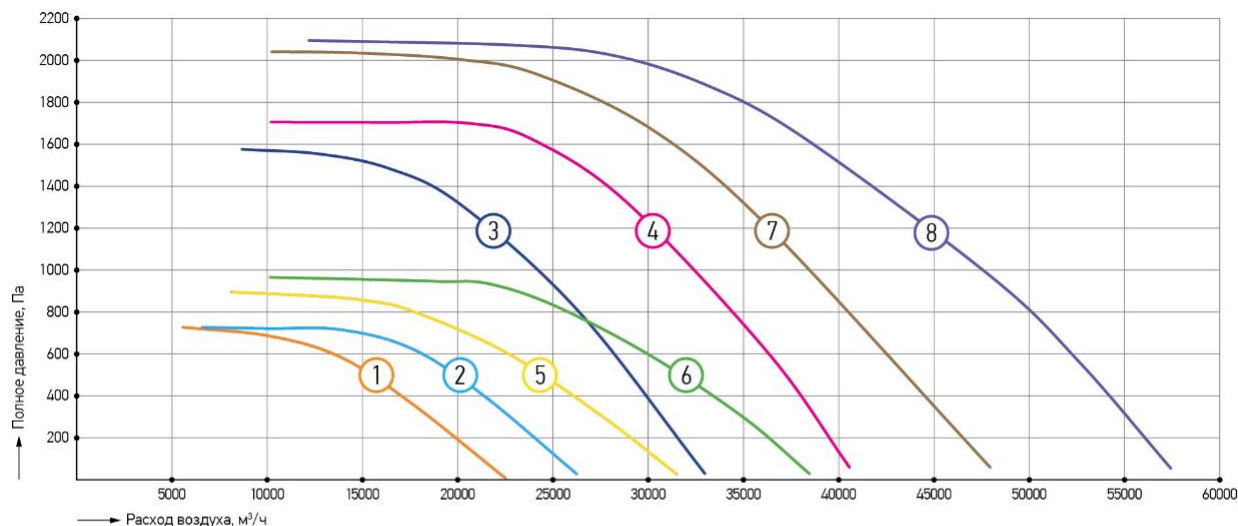
По результатам расчета противодымной вентиляции коридоров расход газов, удаляемых вентилятором:

$$L_B = 24\ 500\ \text{м}^3/\text{ч};$$

Давление, создаваемое вентилятором:

$$P_{yc} = 700\ \text{Па}.$$

Подобран вентилятор дымоудаления, см. рисунок 10



Номер кривой	Наименование	Обороты фактические, об/мин	Напряжение, В	Номинальная мощность, кВт	Масса, кг
1	VSDB-DU-80A-3x10	935	380	3	203
2	VSDB-DU-80B-4x10	935	380	4	212
3	VSDB-DU-80A-11x15	1450	380	11	245
4	VSDB-DU-80B-15x15	1455	380	15	278
5	VSDB-DU-90A-7,5x10	960	380	7,5	249
6	VSDB-DU-90B-11x10	965	380	11	284
7	VSDB-DU-90A-22x15	1465	380	22	349
8	VSDB-DU-90B-30x15	1465	380	30	382

Рисунок 10 – технические характеристики вентилятора дымоудаления VSDB-DU-90B-11x10

4.8 Противодымная защита лифтовых шахт и лестничных клеток

Для защиты людей от при пожаре предусмотрено подача воздуха в лифтовые шахты (отсутствуют тамбур шлюзы) и в незадымляемую лестничную клетку типа Н2.

Избыточное давление в шахтах лифтов и в незадымляемых лестничных клетках типа Н2 – по отношению к давлению наружного воздуха на наветренной стороне здания – не менее 20 Па.

Давление на закрытые двери на путях эвакуации – не более 150 Па.

Воздуховоды противодымной вентиляции выполнены из негорючих материалов пределом огнестойкости 0,5ч.

Давление воздуха в лифтовой шахте на 2-м этаже, Па:

$$P_{ш1} = 0,7 \cdot v^2 p + 20, \tag{66}$$

где v – расчетная скорость ветра для холодного периода года, м/с;

p – плотность наружного воздуха, кг/м³, при расчетной температуре наружного воздуха.

Расход наружного воздуха, кг/ч, подаваемого в лифтовую шахту:

$$G_{ш} = G_{ш1} + (G_{ср} - 5(t_n + 25)) \cdot (N-1), \quad (67)$$

При Z-образном тамбуре при входных дверях здания при ширине створки больше 0,6м. (расход умножается на 1,67В):

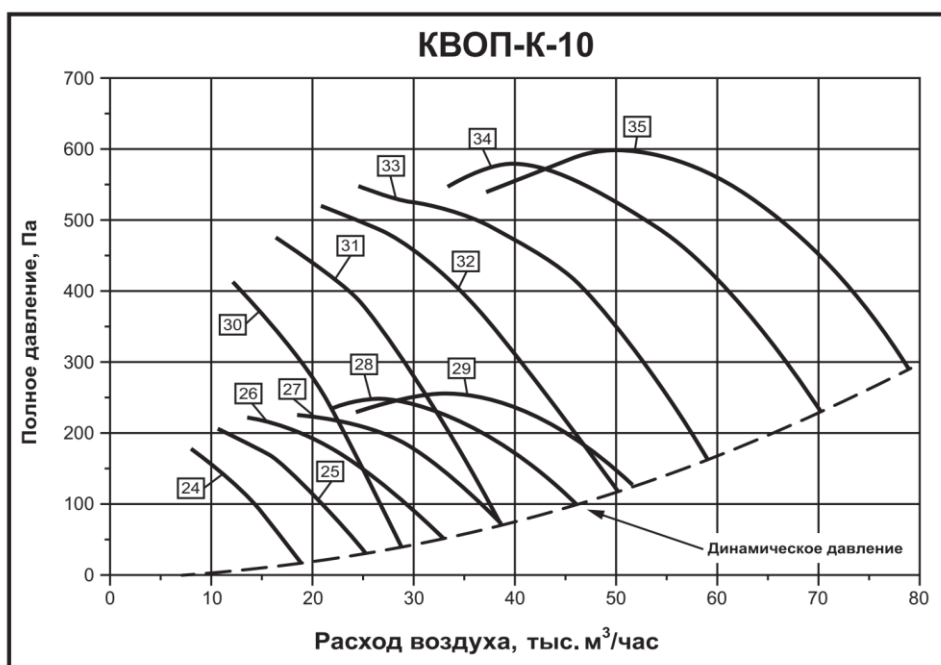
$$G_{ш1} = 2950 + 1000 \cdot (8,8P_{ш1} - 12)^{0,5} - \text{при 2 лифтах}; \quad (68)$$

Средний расход воздуха, кг/ч, поступающий в здание из лифтовых шахт на каждом этаже с 3-го по верхний:

$$G_{ср} = 1050 + 5,2P_{ш1}^{0,5} + 20(N-1) + 30(n-4), \quad (69)$$

где N – число этажей в здании;

n – среднее число дверей на одном этаже для выхода в коридор.



№	Наименование вентилятора	Электродвигатель			Параметры в рабочей зоне		Корректированный уровень звуковой мощности, L _{WA} , дБА
		Тип	Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт	Производительность, тыс. м³/ч	Полное давление, Па	
24	КВОП-К-А-10-6	АИР80А6	950	0,75	8,0 – 18,0	170 – 20	82
25	КВОП-К-Б-10-6	АИР80В6	950	1,1	12,0 – 25,0	190 – 30	84
26	КВОП-К-В-10-6	АИР100L6	950	2,2	14,0 – 33,0	220 – 50	87
27	КВОП-К-Г-10-6	АИР100L6	950	2,2	18,0 – 38,0	220 – 70	89
28	КВОП-К-Д-10-6	АИР112А6	950	3,0	21,0 – 46,0	250 – 100	91
29	КВОП-К-Е-10-6	АИР112В6	950	4,0	24,0 – 51,0	260 – 125	92
30	КВОП-К-А-10-4	АИР100S4	1450	3,0	12,0 – 28,0	400 – 38	91
31	КВОП-К-Б-10-4	АИР100L4	1450	4,0	16,0 – 38,0	450 – 70	94
32	КВОП-К-В-10-4	АИР112М4	1450	5,5	24,0 – 50,0	500 – 120	96
33	КВОП-К-Г-10-4	АИР132S4	1450	7,5	28,0 – 59,0	520 – 170	98
34	КВОП-К-Д-10-4	АИР132М4	1450	11,0	33,0 – 70,0	580 – 230	100
35	КВОП-К-Е-10-4	АИР160S4	1450	15,0	37,0 – 79,0	600 – 290	101

Рисунок 11 – технические характеристики осевых вентиляторов КВОП-К-10

Давление, создаваемое вентилятором, подающим воздух в лифтовую шахту, Па:

$$P_{\text{вен.ш}} = \Delta P_c + P_{\text{ш1}} + Nh(y_n - y_{\text{ш}}), \quad (70)$$

где ΔP_c – потери давления в системе вентиляции от точки приема наружного воздуха до входа воздуха в лифтовую шахту, Па;

h – высота этажа в здании, м;

$y_n - y_{\text{ш}}$ – разность удельных весов наружного воздуха и воздуха в лифтовой шахте, Н/м^3 , принимается в зависимости от температуры наружного воздуха t_n по табл. 3[11].

По результатам расчетов противодымной защиты лифтов и лестничных клеток расход воздуха, подаваемого в лифтовую шахту:

$$G_{\text{ш}} = 41\,500 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Давление, создаваемое вентилятором, подающим воздух в лифтовую шахту:

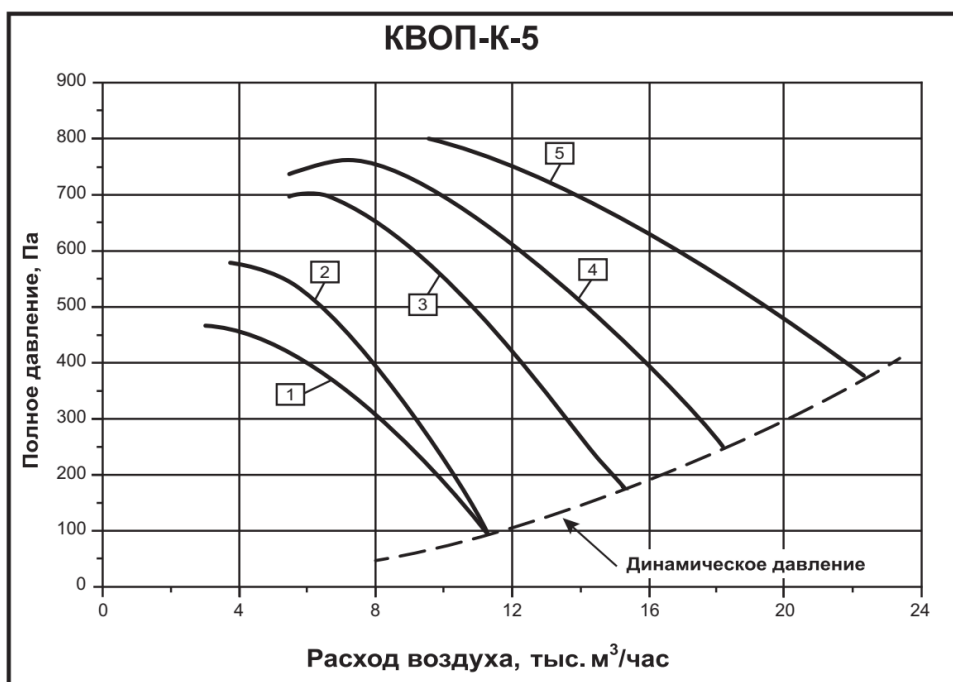
$$P_{\text{вен.ш}} = 140 \text{ Па};$$

Расход воздуха, подаваемого в лестничную клетку:

$$G_{\text{лк}} = 13\,500 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Давление, создаваемое вентилятором, подающим воздух в лестничную клетку:

$$P_{\text{лк}} = 190 \text{ Па}.$$



№	Наименование вентилятора	Электродвигатель			Параметры в рабочей зоне		Корректированный уровень звуковой мощности, L_{WA} , дБА
		Тип	Частота вращения, об/мин	Мощность, кВт	Производительность, тыс. м³/ч	Полное давление, Па	
1	КВОП-К-А-5-2	АИР71В2	2900	1,1	3,0 – 11,0	460 – 95	99
2	КВОП-К-Б-5-2	АИР80А2	2900	1,5	3,7 – 11,0	580 – 95	100
3	КВОП-К-В-5-2	АИР80В2	2900	2,2	5,5 – 15,0	700 – 175	98
4	КВОП-К-Г-5-2*	АИР90Л2	2900	3,0	5,5 – 18,0	770 – 245	98
5	КВОП-К-Д-5-2*	АИР100S2	2900	4,0	9,6 – 22,0	800 – 370	97

Рисунок 12 – технические характеристики осевых вентиляторов КВОП-К-5

Установлены осевые вентиляторы КВОП-К-Е-10-6 (см. рисунок 11) для подачи воздуха в шахты лифтов и КВОП-К-В-5-2 (см. рисунок 12) для подачи воздуха в лестничные клетки.

5 Технология на монтаж внутренних систем вентиляции

5.1 Монтаж воздуховодов

Способ монтажа воздуховодов следует выбирать в зависимости от их положения (горизонтальное, вертикальное), размещения относительно конструкций (у стены, у колонн, в межферменном пространстве, в шахте, на кровле здания) и характера здания (одно- или многоэтажное, промышленное, общественное и т.п.).

В качестве фасонных частей сложной геометрической формы, а также для присоединения вентиляционного оборудования, воздухораспределителей, шумоглушителей и других устройств, расположенных в подшивных потолках, камерах и т.п., следует применять гибкие воздуховоды из стеклоткани СПЛ, металлотканевые, алюминиевой фольги и др. Применение гибких воздуховодов в качестве прямых звеньев не допускается.

В целях снижения аэродинамического сопротивления детали из гибких рукавов в смонтированном положении должны иметь минимальную степень сжатия.

Монтаж металлических воздуховодов должен производиться, как правило, укрупненными блоками в следующей последовательности:

- разметка мест установки средств крепления воздуховодов;
- установка средств крепления;
- согласования со строителями мест расположения и способов крепления грузоподъемных средств;
- установка грузоподъемных средств;
- доставка к месту монтажа деталей воздуховодов;
- проверка комплектности и качества доставленных деталей воздуховодов;
- сборка деталей воздуховодов в укрупненные блоки;
- установка блока в проектное положение и закрепление его;
- установка заглушек на верхних торцах вертикальных воздуховодов, расположенных на высоте до 1,5 м от пола.

Длина блока определяется размерами сечения и типом соединения воздуховодов, условиями монтажа и наличием грузоподъемных средств.

Длина укрупненных блоков горизонтальных воздуховодов, соединяемых на фланцах, не должна превышать 20 м.

5.2 Монтаж вентиляторов

Монтаж вентиляторов должен производиться в следующей последовательности:

- приемка помещений венткамер;
- доставка вентилятора или отдельных его деталей к месту монтажа;

- установка грузоподъемных средств;
- строповка вентилятора или отдельных деталей;
- подъем и горизонтальное перемещение вентилятора к месту установки;
- установка вентилятора (сборка вентилятора) на опорных конструкциях (фундаменте, площадке, кронштейнах);
- проверка правильности установки и сборки вентилятора
- закрепление вентилятора к опорным конструкциям;
- проверка работы вентилятора.

В процессе монтажа вентиляторов должен осуществляться поэтапный операционный контроль в соответствии с картами операционного контроля.

5.3 Монтаж оборудования холодоснабжения

Монтаж оборудования систем холодоснабжения должен производиться в следующей последовательности:

- приемка помещения или площадки под оборудование;
- доставка установки или ее отдельных деталей к месту монтажа;
- установка грузоподъемных средств;
- строповка установки или ее отдельных частей;
- подъем и горизонтальное перемещение оборудования к месту установки;
- установка (сборка) оборудования на опорных конструкциях (фундаменте, площадке);
- проверка правильности установки и сборки оборудования;
- закрепление установки к опорным конструкциям;
- пусконаладочные работы
- проверка работы оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данная выпускная квалификационная работа выполнена на основании строительного, технологического задания в соответствии с СП 60.1333.2020 "Отопление, вентиляция и кондиционирование" и справочной пособия к СП 118.13330.2012 «Общественные здания и сооружения».

Расчетная температура воздуха: -37°C

Продолжительность отопительного периода: 234 суток

Источник теплоснабжения: ТЭЦ

Теплоноситель для отопления - вода, с параметрами $80-60^{\circ}\text{C}$

Система отопления принята вертикальная двухтрубная система с нижней разводкой. В качестве отопительных приборов выбраны радиаторы-конвектор PURMO Comrast с нижним подключением, со встроенным термостатическим клапаном. Трубопроводы отопления приняты полипропиленовые, армированные стекловолокном. Удаление воздуха происходит через автоматический воздухоотводчик. Общие теплотери 246 570 Вт. Общие потери давления 6800 Па.

Предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция с механическим побуждением. На каждом этаже расположены 2 приточно-вытяжные установки, которые очищают воздух от пыли, подогревают его до 14°C и подают по номерам. В каждом номере установлены четырехтрубные фанкойлы, одновременно подключенные к охлажденной (чиллер) и горячей воде (система теплоснабжения вентиляции), доводящие воздух до оптимальных параметров, после чего подают его в помещения через вихревые диффузоры.

На случай ремонтных работ предусмотрена вентиляция с естественным побуждением. Подача воздуха происходит через приточные клапана, установленные под подоконной доской. Удаление воздуха – через санузлы номеров по вентиляционным каналам, расположенным вдоль коридора гостиницы в нишах. С пятого этажа устанавливаются осевые вентиляторы, обеспечивающие необходимое давление для удаления воздуха.

В случае пожара для предотвращения поражающего воздействия на людей и (или) материальные ценности продуктов горения, распространяющихся во внутреннем объеме здания при возникновении пожара в одном помещении на одном из этажей одного пожарного отсека, предусмотрена противодымная вентиляция. Удаление газов происходит из коридоров гостиницы через противодымные клапана с помощью радиального вентилятора, расположенного на кровле здания. Подача воздуха происходит в лифтовые шахты и в лестничную клетку типа Н2.

Для системы вентиляции с механическим побуждением подобраны приточно-вытяжные установки с рекуперацией тепла COMFORT EC DBE 2000 S21, канальные четырехтрубные фанкойлы MDKT3-300F, диффузоры DWP2 100 и DWP2 150. Для подачи хладагента подобрана холодильная машина – чиллер MDC-SU90-RNIL, в количестве 5 установок, соединенных параллельно в один модуль, расположенный на кровле здания.

Для системы вентиляции с естественным побуждением подобраны приточные клапана Norvind City 30, осевые вентиляторы Ducto Plus.

Для системы дымоудаления подобраны радиальный вентилятор дымоудаления VSDB-DU-90B-11x10, осевой вентилятор для подачи воздуха в лифтовые шахты КВОП-К-Е-10-6, осевой вентилятор для подачи воздуха в лестничную клетку типа Н2 КВОП-К-В-5-2.

Для подачи воздуха по номерам используются воздуховоды из полиэтилена высокой плотности [26]. Система естественной вентиляции выполнена из тонколистовой оцинкованной стали [27]. Система дымоудаления выполнена стальными воздуховодами класса огнестойкости EI150 [25].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Богословский, В.Н. Отопление / В.Н. Богословский, А.Н. Сканави. – М.:Стройиздат, 1991. – 735 с.
2. СП 60.13330.2020 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»
3. Росляков И.В. Каталог "Балансировочные клапаны" / И.В. Росляков, А.В. Дубняков; под общ. ред. В. В. Невского – Москва: Данфосс, 2013. – 128 с. СП 20.13330.2012 «Нагрузки и воздействия»
4. Сибикин, Ю.Д. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: Учеб.пособие для сред. проф. образования / Ю.Д. Сибикин. – М.: Издательство центр «Академия», 2004. – 304 с.
5. СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий»
6. Еремкин, А.И. Тепловой режим зданий / А.И. Еремкин, Т.И. Королева. – М.: Издательство АСВ, 2000. – 368 с.
7. Махов, Л.М. Отопление: Учебник для студентов вузов / Л.М. Махов. – М.: АСВ, 2002.
8. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. I. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканави и др.; Под ред. И.Г. Старовойрова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1990. – 344 с.: ил.
9. Шумилов, Р.Н. Проектирование систем вентиляции и отопления: Учебное пособие / Р.Н. Шумилов, Ю.И. Толстова, А.Н. Бояршинова. – М.: Лань, 2014. – 336 с.
10. СП 73.13330.2016 «Внутренние санитарно-технические системы»
11. МДС 41-1.99. Рекомендации по противодымной защите при пожаре.
12. Карпов, В.Н. Системы отопления многоэтажных зданий. Технические рекомендации по проектированию / В.Н. Карпов. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2010. – 107с.
13. Внутренние санитарно-технические устройства. В 3 ч. Ч. III. Вентиляция и кондиционирование воздуха / В.Н. Богословский, А.И. Пирумов, В.Н. Посохин и др.; Под ред. Н.Н. Павлова и Ю.И. Шиллера. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1992. – 319 с.: ил.
14. Беккер, А. Система вентиляции / А. Беккер.; перевод с нем. – М.: Техносфера, Евроклимат, 2005. – 232 с.
15. Богословский, В.Н. Отопление и вентиляция: Учебник для вузов / В.Н. Богословский, В.П. Щеглов, Н.Н. Разумов. – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1970. – 246 с.
16. Хрусталева, Б.М. Теплоснабжение и вентиляция / Б.М. Хрусталева, Ю.Я. Кувшинов, В.М. Копко и др. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. – 783 с.
17. Каменев, П.Н. Вентиляция. Учебное пособие / П.Н. Каменев, Е.И. Тертичник. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 616 с.
18. СП 41-102-98 «Проектирование и монтаж трубопроводов систем отопления с использованием металлополимерных труб»
19. Богословский, В.Н. Тепловой режим здания / В.Н. Богословский – М.: Стройиздат, 1979.
20. Малявина, Е.Г. Теплотери здания. Справочное пособие / Е.Г. Малявина. – 2-е изд., испр. – М.: АВОК-ПРЕСС, 2011. – 144 с.
21. СТО НП «АВОК» 2.1-2008 «Стандарт АВОК. Здания жилые и общественные. Нормы воздухообмена.»

22. Зеликов, В.В. Справочник инженера по отоплению, вентиляции и кондиционированию. Тепловой и воздушный баланс зданий / В.В. Зеликов. – М.: Инфра-Инженерия, 2011. – 620 с.
23. ГОСТ 30494-2011- «Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении.»
24. СП 131.13330.2020 «Строительная климатология»
25. СП 7.13130.2013 «Отопление, вентиляция и кондиционирование. Требования пожарной безопасности».
26. ГОСТ 16337-2022 «Полиэтилен высокого давления. Технические условия»
27. ГОСТ 14918-2020 «Прокат листовой горячеоцинкованный. Технические условия»

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1 – аэродинамический расчет системы ПВ1.

№ уч.	Расход (м ³ /ч), L	Длина участка (м), l	Размеры сечений воздуховодов			Скорость расчетная (м/с), V _{рас}	Коэффициент сопротивления трению, λ	Потери давления на трение		Динамическое давление (Па), P _{дин}	Тип местного сопротивления	Сумма коэффициентов местных сопротивлений Σξ	Потери давления (Па)	
			Тип сечения	Площадь сечения заданная F _{зад} (м ²)	Экв. диаметр (мм), D _э			Удельные потери (Па/м), R	С учетом шероховатости (Па), R _{тр}				местные сопротивления Z	суммарно
										R				
1	2	3	4	7	8	9	11	12	13	14	15	16	17	18
1	130	7	Круглый	0.064	90.00	5,68	0.02	4.32	30.24	19.44	4 Отвода 90° ξ 0.68 Диффузор ξ 1.5	2.18	42.38	72.62
2	190	19,2	Круглый	0.064	90.00	8.3	0.02	9.35	179.52	42.06	2 Отвод 90° ξ 0.34 4 Отвод 45° ξ 0.4 Внезапное расширение ξ 0.8 Внезапное сужение ξ 0.3 Пленум ξ 1.0 Фанкойл ξ 1.0	3.84	161.51	341.03

Окончание таблицы 1

3	960	8,1	Круглый	0.491	250.00	5.44	0.02	1.45	11.74	18.07	Внезапное расширение $\xi 0.8$	4.1	74.09	85.83	
											Внезапное сужение $\xi 0.3$				
											Жалюзийная решетка $\xi 3.0$				
Итого															499,48

Таблица 2 – аэродинамический расчет системы ПВ2

№ уч.	Расход (м3/ч), L	Длина участка (м), l	Размеры сечений воздуховодов			Скорость расчетная (м/с), Vрас	Коэффициент сопротивления трению, λ	Потери давления на трение		Динамическое давление (Па), Rдин	Тип местного сопротивления	Сумма коэффициентов местных сопротивлений $\Sigma \xi$	Потери давления (Па)	
			Тип сечения	Площадь сечения заданная Fзад (м2)	Экв. диаметр (мм), Dэ			Удельные потери (Па/м), R	С учетом шероховатости (Па), Rтр				местные сопротивления Z	суммарно
										1				
4	120	5.4	Круглый	0.064	90.00	5,68	0.02	3.72	20.09	16.76	4 Отвода 90° $\xi 0.68$ 2 Отвода 45° $\xi 0.2$ Диффузор $\xi 1.5$	2.38	39.89	59.98

Окончание таблицы 2

5	190	17,6	Круглый	0.064	90.00	8.3	0.02	9.35	164.56	42.06	2 Отвод 90° ξ 0.34	4.41	185.48	350.04
											4 Отвод 45° ξ 0.4			
											Внезапное расширение ξ 0.8			
											Внезапное сужение ξ 0.3			
											Пленум ξ 1.0			
											Фанкойл ξ 1.0			
6	960	6.2	Круглый	0,491	250.00	5.44	0.02	1.45	5.58	18.07	Внезапное расширение ξ 0.8	4.1	74.09	83.08
											Внезапное сужение ξ 0.3			
											Жалюзийная решетка ξ 3.0			
	Итого													493.1

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Таблица 3 – аэродинамический расчет системы ВЕ

Этаж	№уч-ка	L, м ³ /ч	l, м	v, м/с	d, мм	R, Па/м	Rl, Па	мест сопр	Rд, Па	Z, Па	Rl+Z, Па
11	1(спут)	120	3,3	1,33	100x250	0,24	0,79	1,54	1,1	11,7	12,5
	11	1200	4,0	1,11	500x600	0,035	0,14	2,1	0,8	1,6	1,8
	Рр=4,1 Па. Устанавливаем вентилятор									Итого:	14,3
6	1(спут)	120	3,3	1,33	100x250	0,24	0,79	1,54	1,1	11,7	12,5
	6	600	3,3	0,56	500x600	0,009	0,03	0,45	0,2	0,1	0,1
	7	720	3,3	0,67	500x600	0,014	0,05	0,4	0,3	0,1	0,2
	8	840	3,3	0,78	500x600	0,017	0,06	0,5	0,4	0,2	0,2
	9	960	3,3	0,89	500x600	0,02	0,07	0,6	0,5	0,3	0,4
	10	1080	3,3	1,00	500x600	0,025	0,08	0,7	0,6	0,4	0,5
	11	1200	4,0	1,11	500x600	0,035	0,14	2,1	0,8	1,6	1,8
Рр=13,3 Па. Устанавливаем вентилятор									Итого:	15,7	
5	1(спут)	120	3,3	1,33	100x250	0,24	0,79	1,54	1,1	11,7	12,5
	5	480	3,3	0,44	500x600	0,006	0,02	0,45	0,1	0,1	0,1
	6	600	3,3	0,56	500x600	0,009	0,03	0,4	0,2	0,1	0,1
	7	720	3,3	0,67	500x600	0,014	0,05	0,5	0,3	0,1	0,2
	8	840	3,3	0,78	500x600	0,017	0,06	0,6	0,4	0,2	0,3
	9	960	3,3	0,89	500x600	0,02	0,07	0,7	0,5	0,4	0,4
	10	1080	3,3	1,00	500x600	0,025	0,08	0,75	0,6	0,5	0,6
	11	1200	4,0	1,11	500x600	0,035	0,14	2,1	0,8	1,6	1,8
Рр=15,1 Па.									Итого:	16,0	

Окончание таблицы 3

4	1(спут)	120	3,3	1,33	100x250	0,24	0,79	1,54	1,1	11,7	12,5
	4	360	3,3	0,33	500x600	0,004	0,01	0,5	0,1	0,04	0,05
	5	480	3,3	0,44	500x600	0,006	0,02	0,45	0,1	0,1	0,1
	6	600	3,3	0,56	500x600	0,009	0,03	0,4	0,2	0,1	0,1
	7	720	3,3	0,67	500x600	0,014	0,05	0,5	0,3	0,1	0,2
	8	840	3,3	0,78	500x600	0,017	0,06	0,6	0,4	0,2	0,3
	9	960	3,3	0,89	500x600	0,02	0,07	0,7	0,5	0,4	0,4
	10	1080	3,3	1,00	500x600	0,025	0,08	0,75	0,6	0,5	0,6
	11	1200	4,0	1,11	500x600	0,035	0,14	2,1	0,8	1,6	1,8
	Pp=16,9									Итого:	16,0

Ведомость рабочих чертежей основного комплекта

Лист	Наименование	Примечание
1	Общие данные	
2	Типовой этаж, вид сбоку, аксонометрия	
3	Магистраль, расположение отопительных приборов, поквартирный шкаф управления, ИТП	
4	Узел вытяжной вентиляции с естественным побуждением, подключения фанкойла, приточных клапанов, ПВЗ и камер статического давления	
5	Технологическая карта по устройству воздуховодов в здании	

Ведомость ссылочных и прилагаемых документов

Обозначение	Наименование	Примечание
	Ссылочные документы	
Revit Autodesk	Программа 3D моделирования	
Valtek	Программа расчета теплопотерь и гидравлического расчета	
ООО "Ридан"	Каталог оборудования	
Vauberg	Каталог оборудования	
MDV	Каталог оборудования	
ГОСТ 30494-2011	«Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещении»	
ГОСТ 16337-2022	«Полиэтилен высокого давления. Технические условия»	
ГОСТ 16337-2022	«Прокат листовой горячеоцинкованной. Технические условия»	
	Прилагаемые документы	
	Расчетно-пояснительная записка	

Технико-экономические показатели

№	Наименование	Ед. изм.	Количество
1	Этажность	-	14
2	Строительный объем	м³	31 353,3
3	Общая площадь	м²	633,4
4	Расчетное количество мест (всего)	мест	216

Характеристика вентиляционных систем

Вид системы	Обозначение систем	Кол. систем	Наименование обслуживаемого помещения (технологического оборудования)	Тип установки	Вентилятор					Электродвигатель		Фильтр				Воздухонагреватель				Фанкойл-добавочник				Примечание											
					Тип исп. по взрывозащите	№	Схема исполнения	Положения	L, м³/ч	P, Па	n, об/мин	Тип исполнения по взрывозащите	N, кВт	n, об/мин	Тип	Класс	Кол.	P, Па	Концентрация, мг/м³		Наименование	Тип	Кол.		Температура нагрева		Расход тепла, Вт	Наименование	Тип	Кол.	Температура		Расход тепла, Вт		
																			начальная	конечная					от	до					от	до			
	П1	12	№ гостиницы (1-5)	KOMFORT EC DBE 2000 S21					960	499,5					0,66		Карманный	G4	1					Эл. нагрев.		1			15876,4	MDKT3	300F	5			3169,2
	В1	12	№ гостиницы (1-5)	KOMFORT EC DBE 2000 S21					960	493,1					0,66		Карманный	G4	1					Эл. нагрев.		1			15876,4	MDKT3	300F	5			3169,2
	П2	12	№ гостиницы (5-9)	KOMFORT EC DBE 2000 S21					760	453,4					0,49		Карманный	G4	1					Эл. нагрев.		1			13792,4	MDKT3	300F	4			2535,4
	В2	12	№ гостиницы (5-9)	KOMFORT EC DBE 2000 S21					760	413,2					0,49		Карманный	G4	1					Эл. нагрев.		1			13792,4	MDKT3	300F	4			2535,4
	ВЕ	9	№ гостиницы	Ducto Plus					120	17,0					0,02																				
	ДП1	1	Шахты лифтов	KBOP-K-10					41500	140,0					4,0																				
	ДП2	1	ЛК типа H2	KBOP-K-5					13500	190,0					2,2																				
	ДВ	1	Коридор	VSDV-DU					14500	700,0					11,0																				

Общие данные

Данная выпускная квалификационная работа выполнена в соответствии СП 60.13330.2020 "Отопление, вентиляция и кондиционирование".
 Основные параметры наружного воздуха приняты в соответствии с требованиями СП 131.13330.2020 "Строительная климатология".
 Температура наиболее холодной пятидневки: -37°С
 Продолжительность отопительного периода: 234 суток
 Средняя температура воздуха за отопительный период: -6,5 °С
 Расчетная температура воздуха в теплый период: +25,1°С
 Параметры внутреннего воздуха в помещениях приняты согласно действующих норм.
 Источник теплоснабжения ТЭЦ.
 Температурный параметр теплосетей:
 в зимний период: 150/70°С;
 в летний период: 70/40°С.

Отопление

Теплоносителем является вода, с параметрами 80-60°С
 Трубопроводы приняты полипропиленовые, армированные стекловолокном ГОСТ Р 52134-2003
 Система отопления принята вертикальная двухтрубная система с нижней разводкой. В качестве отопительных приборов выбраны радиаторы-конвекторы PURMO Compact с нижним подключением, со встроенным термостатическим клапаном. Трубопроводы отопления приняты полипропиленовые, армированные стекловолокном. Удаление воздуха происходит через автоматический воздухоотводчик. Общие теплопотери 102 280 Вт. Общие потери давления 6800 Па.

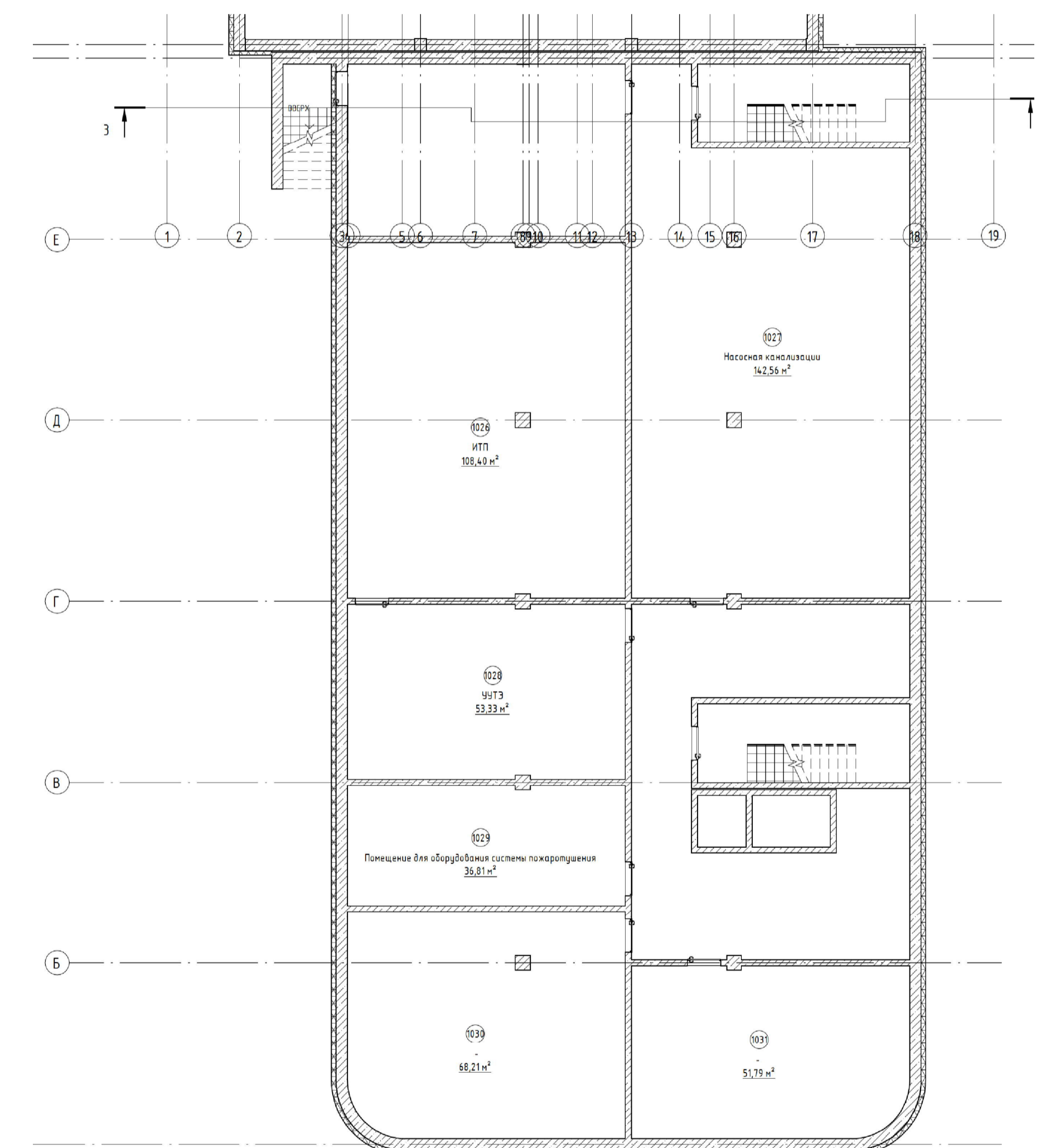
Вентиляция

Основная задача систем вентиляции — подача в помещения наружного свежего воздуха для разбавления и замещения загрязненного, создание оптимальных условий микроклимата помещения.
 В данной работе предусмотрены: система приточно-вытяжной вентиляции с механическим и естественным побуждением, кондиционирование, система дымоудаления. Для подачи воздуха по номерам используются воздуховоды из полиэтилена высокой плотности. Система естественной вентиляции выполнена из тонколистовой оцинкованной стали по ГОСТ 14918-2020. Система дымоудаления выполнена стальными воздуховодами класса огнестойкости EI120.
 Система с механическим побуждением представляет собой 2 приточно-вытяжных установок с рециркуляцией тепла на каждом этаже, подающими воздух к 5 и к 4 номерам соответственно. Наружный воздух в приточной установке очищается от пыли и нагревается до температуры +14С и по системе воздуховодов подается в каждый номер, чем обеспечивается дежурный режим вентиляции. Для доведения параметров помещения до оптимальных значений каждый номер оборудован четырехкратным фанкойлом-добавочником. Фанкойл одновременно подключен к источнику охлажденной (чиллер) и горячей воды (система отопления), что позволяет подогревать воздух, не используя чиллер. Фанкойл доводит воздух до оптимальных параметров, после чего подает его по помещениям номера с помощью диффузоров выхлопного типа. Диффузоры устанавливаются под потолком с непосредственным подключением воздуховода. Их монтаж осуществляется с помощью присоединительного парубка, который крепится к воздуховоду. Герметичность соединения обеспечивается резиновым уплотнителем. Подогрев воздуха осуществляется по системе теплоснабжения вентиляции, а охлаждение — за счет холодильной машины — чиллера с воздушным охлаждением конденсатора, в количестве 5 установок, производительностью 82 кВт каждая. Установки соединены параллельно в один модуль, расположенный на крыше здания. Системы теплоснабжения вентиляции и кондиционирования воздуха выполнены из полипропиленовых труб, армированных стекловолокном. Трубопроводы теплоизолированы.
 На случай ремонтных работ приточных установок или фанкойлов в здании предусмотрена естественная вентиляция. Удаление воздуха происходит из санузла номера. Воздуховоды естественной вытяжной вентиляции расположены в нишах вдоль коридоров гостиницы. Для корректной работы вытяжной вентиляции с 5-го этажа устанавливаются осевые вентиляторы, создающие необходимое давление для удаления воздуха. Приток свежего воздуха происходит за счет приточных клапанов, установленных под подоконной доской. Всего в номере установлено 4 приточных клапана производительностью 30м³/ч.
 На случай пожара предусмотрена противодымная вентиляция для предотвращения поражающего воздействия на людей и (или) материальные ценности продуктов горения, распространяющихся во внутреннем объеме здания при возникновении пожара в одном помещении на одном из этажей одного пожарного отсека. Удаление газов происходит из коридоров через нормально закрытые клапаны дымоудаления. Выброс дыма осуществляет радиальный вентилятор дымоудаления, расположенный на крыше здания. Подача воздуха происходит в шахты лифтов и незадымляемую лестничную клетку типа H2.
 Воздуховоды вентиляции с механическим побуждением выполнены из полиэтилена высокой плотности.
 Монтаж систем отопления и вентиляции вести согласно СП 73.13330.2016 "Внутренние санитарно-технические системы зданий".

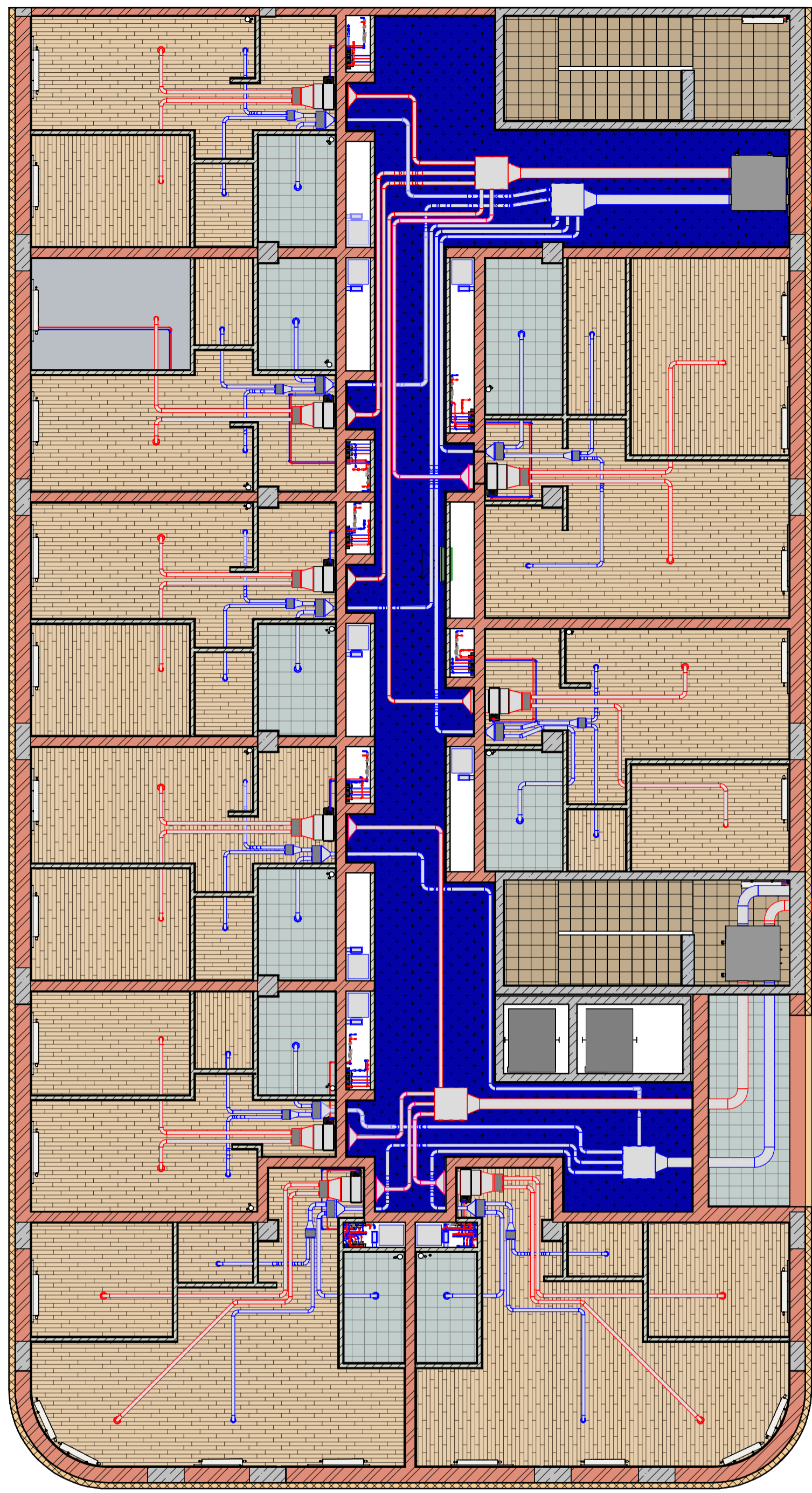
Основные показатели по рабочим чертежам марки ОБ

Наименование здания (сооружения) помещения	Площадь м², Объем м³	Периоды года при Тн, °С	Расход теплоты, Вт				Удельный расход теплоты, Вт/м²	Установленная мощность электроотопителя, кВт
			на отопление	на вентиляцию	на горячее водоснабжение	общий		
Гостиница	633,4	-37	246570	68 454	—	315024	497,35	—

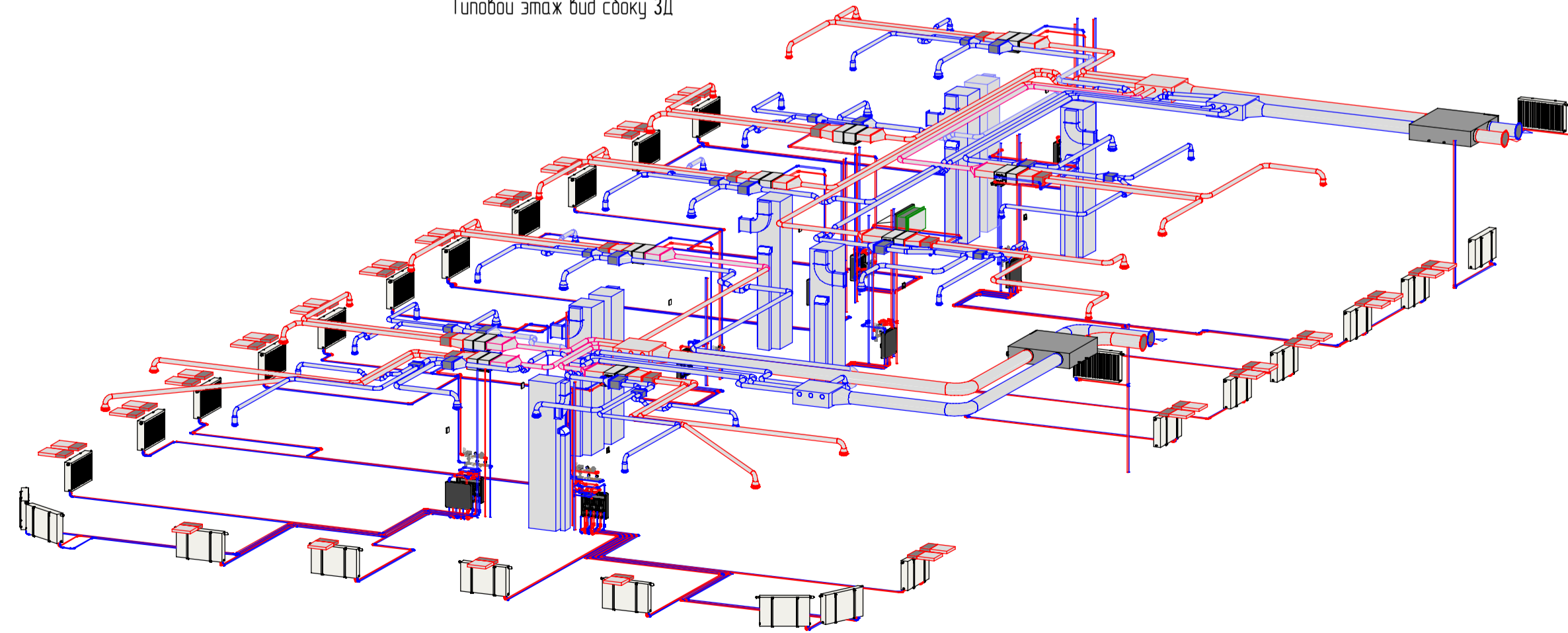
План-схема



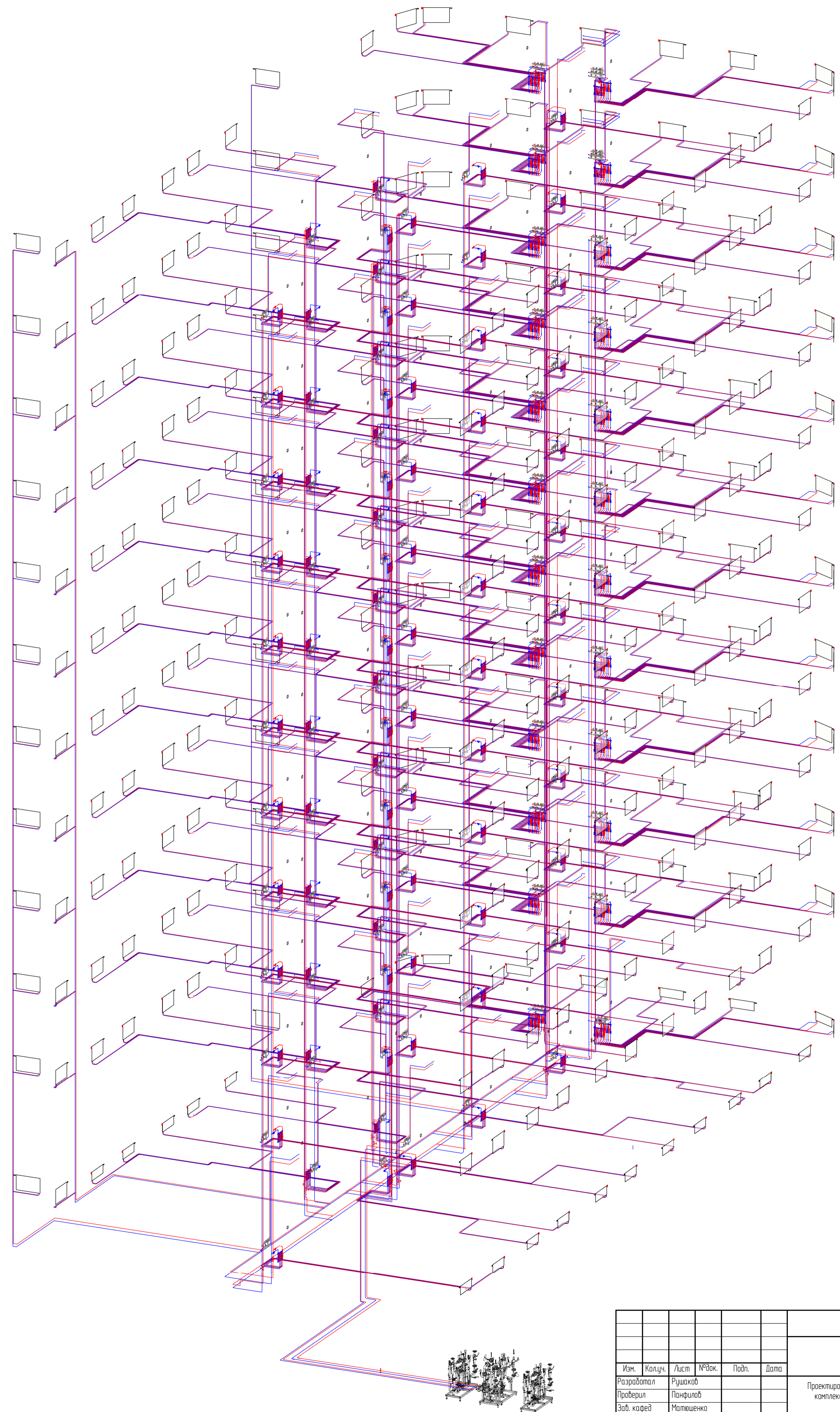
Тиловоу этаж



Тиловоу этаж вид сбоку 3D



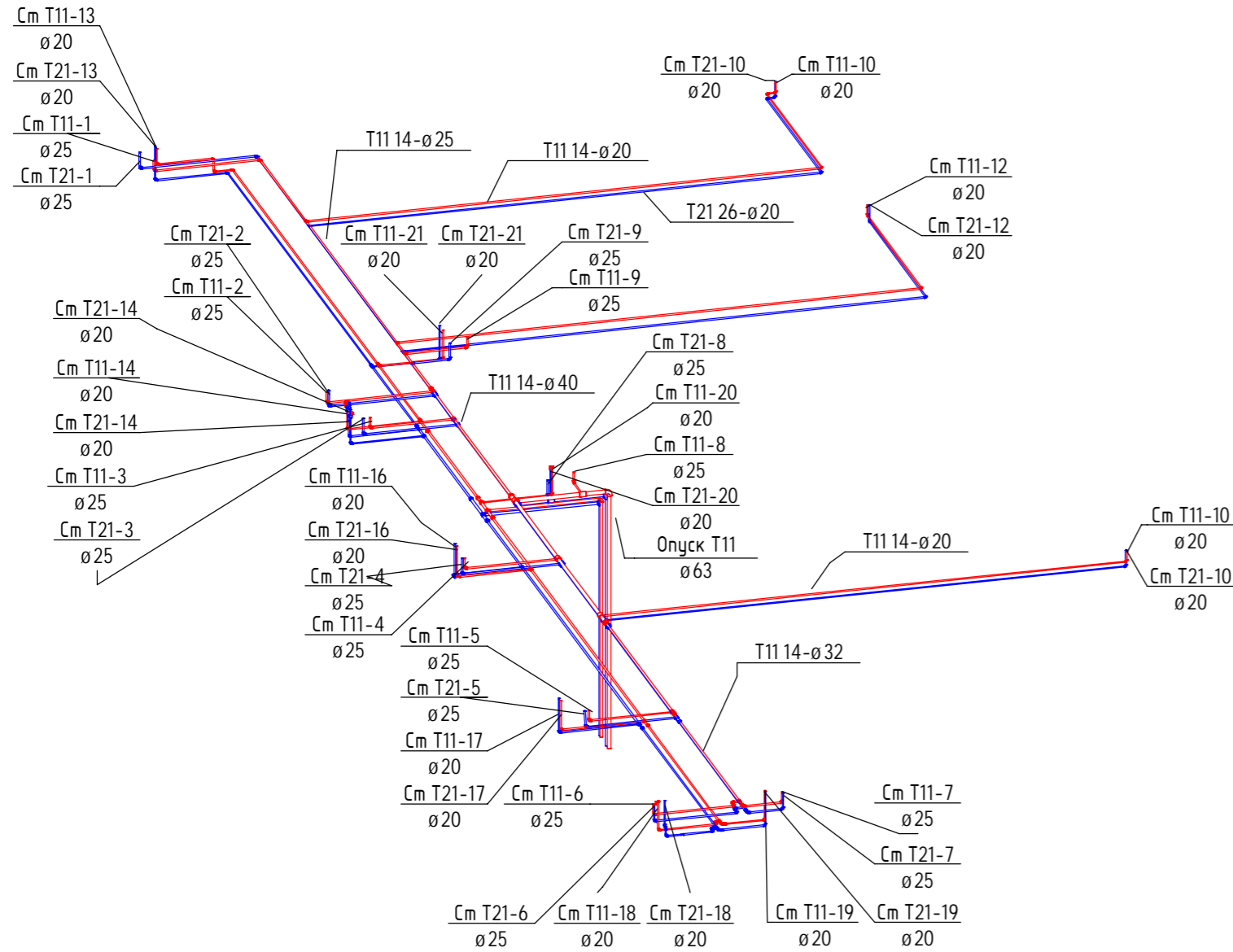
Аксонетрическая схема



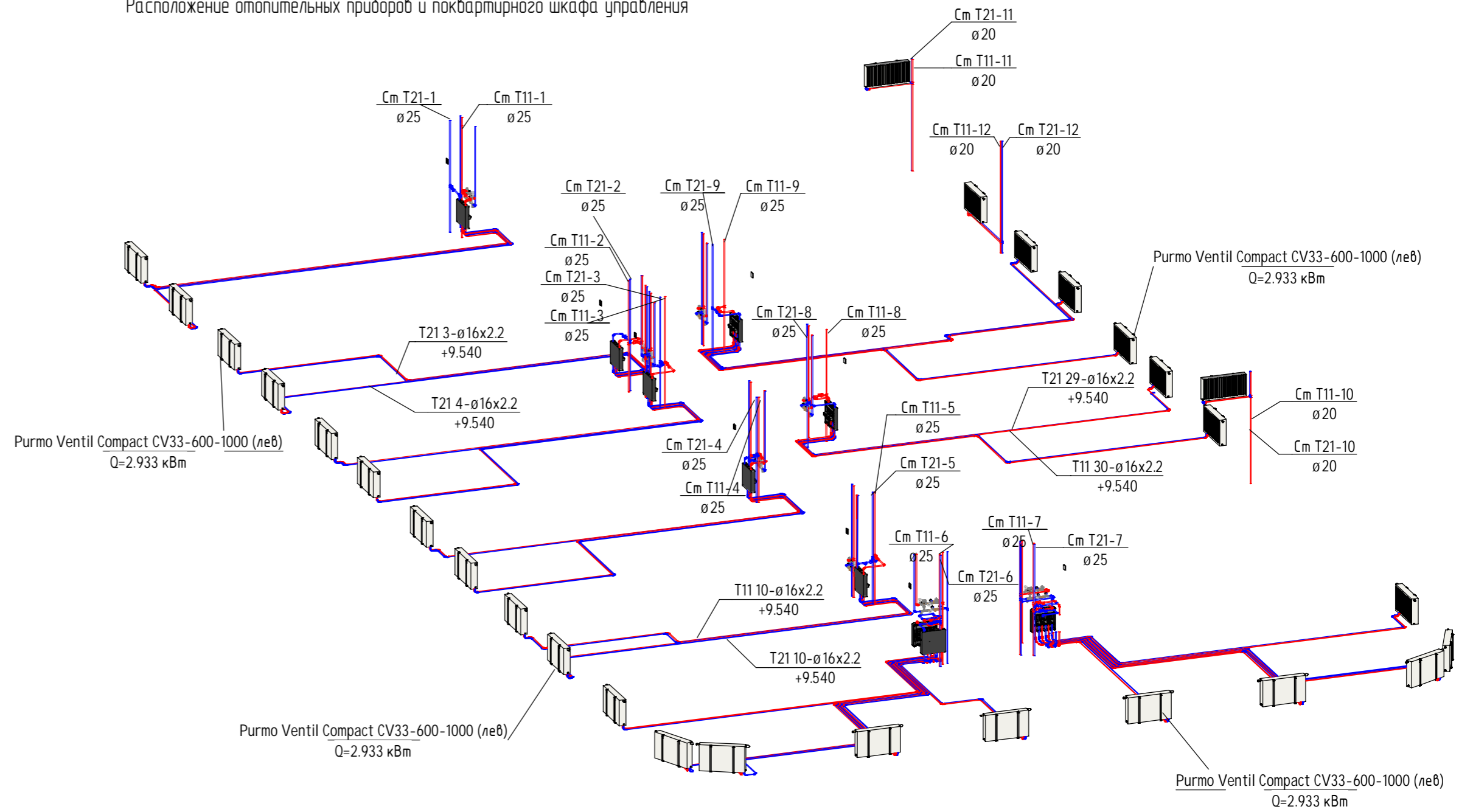
Составлено	
Проверено	
Изд. № подл.	
Листы в объеме	
Всего листов	

						БР-08.03.01.31 - 08			
						ИСИ СФУ			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Проектирование газопечи-опорного комплекса класса "А" в г. Красноярске с применением BIM.	Стр.	Лист	Листов
Разработал	Ряжко						БР	2	
Проверил	Панфилов								
Заб. кафедр	Молоченко					Тиловоу этаж вид сбоку, аксонетрия			ИСЭС
Н. Копр	Панфилов								

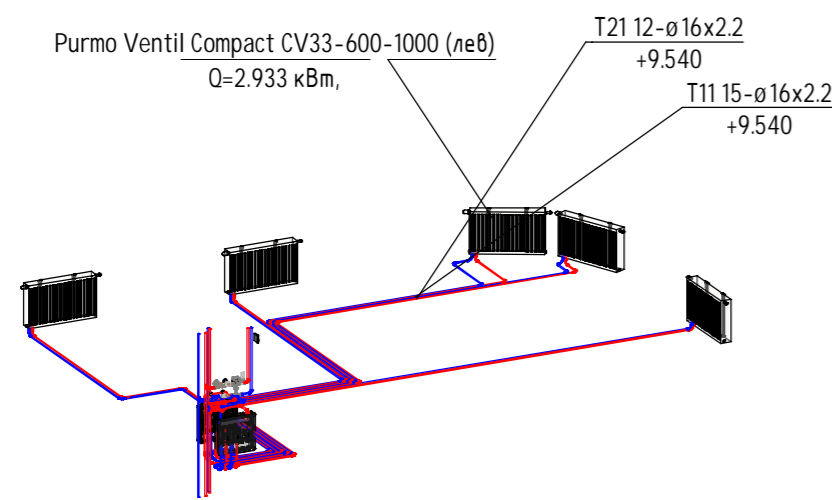
Расположение магистрального трубопровода для отопления и для теплоснабжения фанкойлов



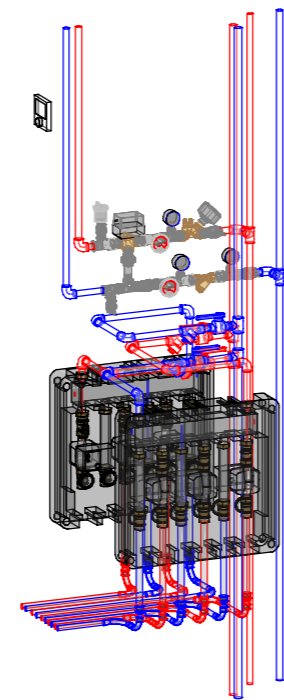
Расположение отопительных приборов и поквартирного шкафа управления



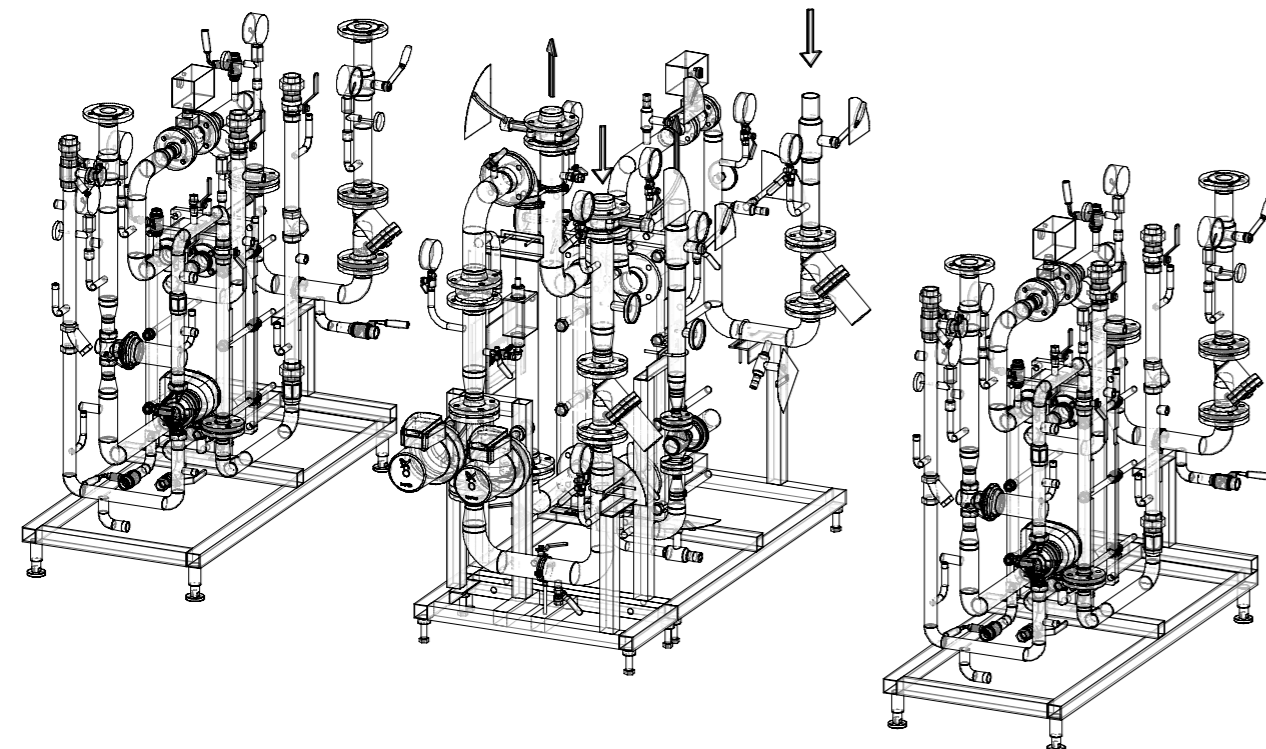
Разводка труб внутри номера



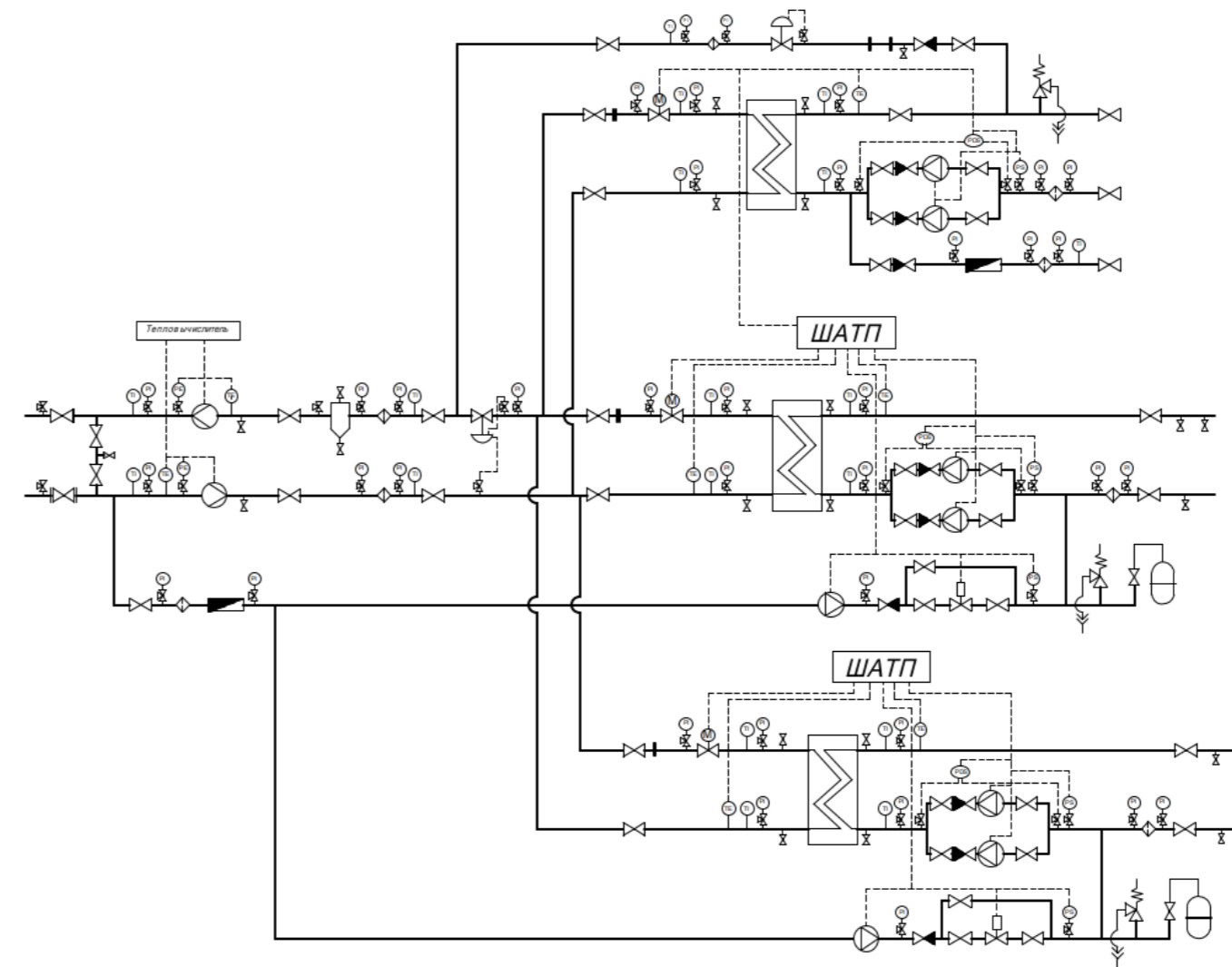
Поквартирный шкаф управления и обвязка для фанкойла



Индивидуальный тепловой пункт



Принципиальная схема ИТП

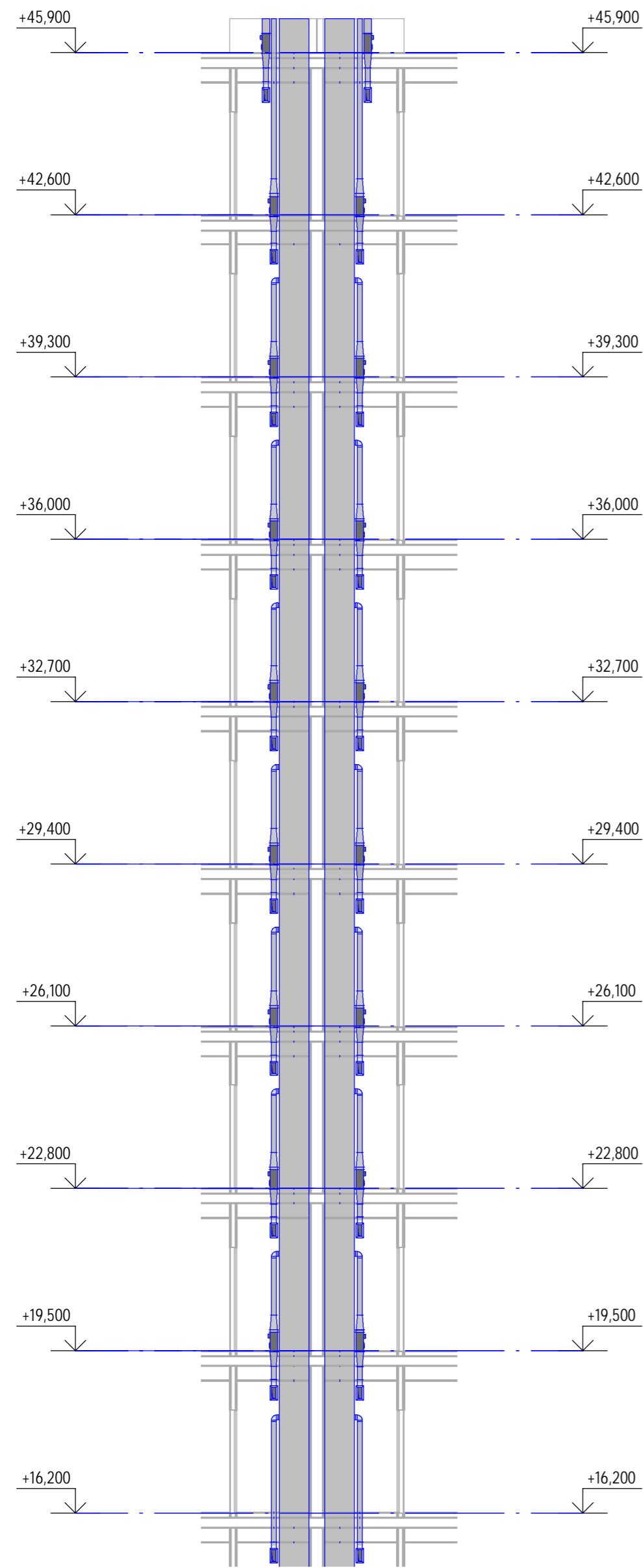


БР-08.03.01.31 - 0В

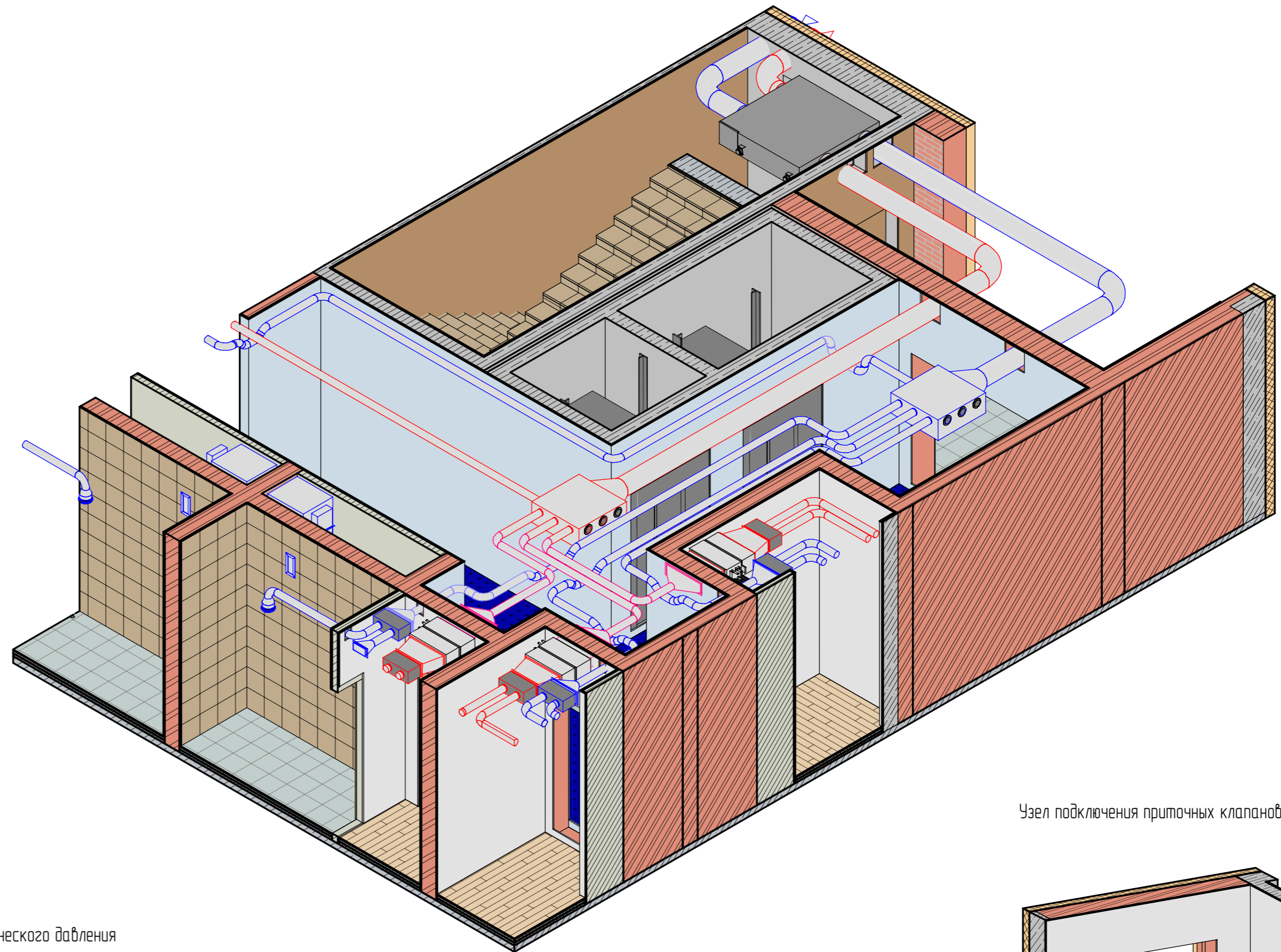
ИСИ СФУ

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Разработал	Рушакоб					Проектирование гостинично-апартаментного комплекса класса "А+" в г. Красноярске с применением ТИМ.	Стандия	Лист	Листов
Проверил	Панфилов						БР	3	
Заф. кафедр.	Матюшенко						ИСЗиС		
Н. Контр.	Панфилов								

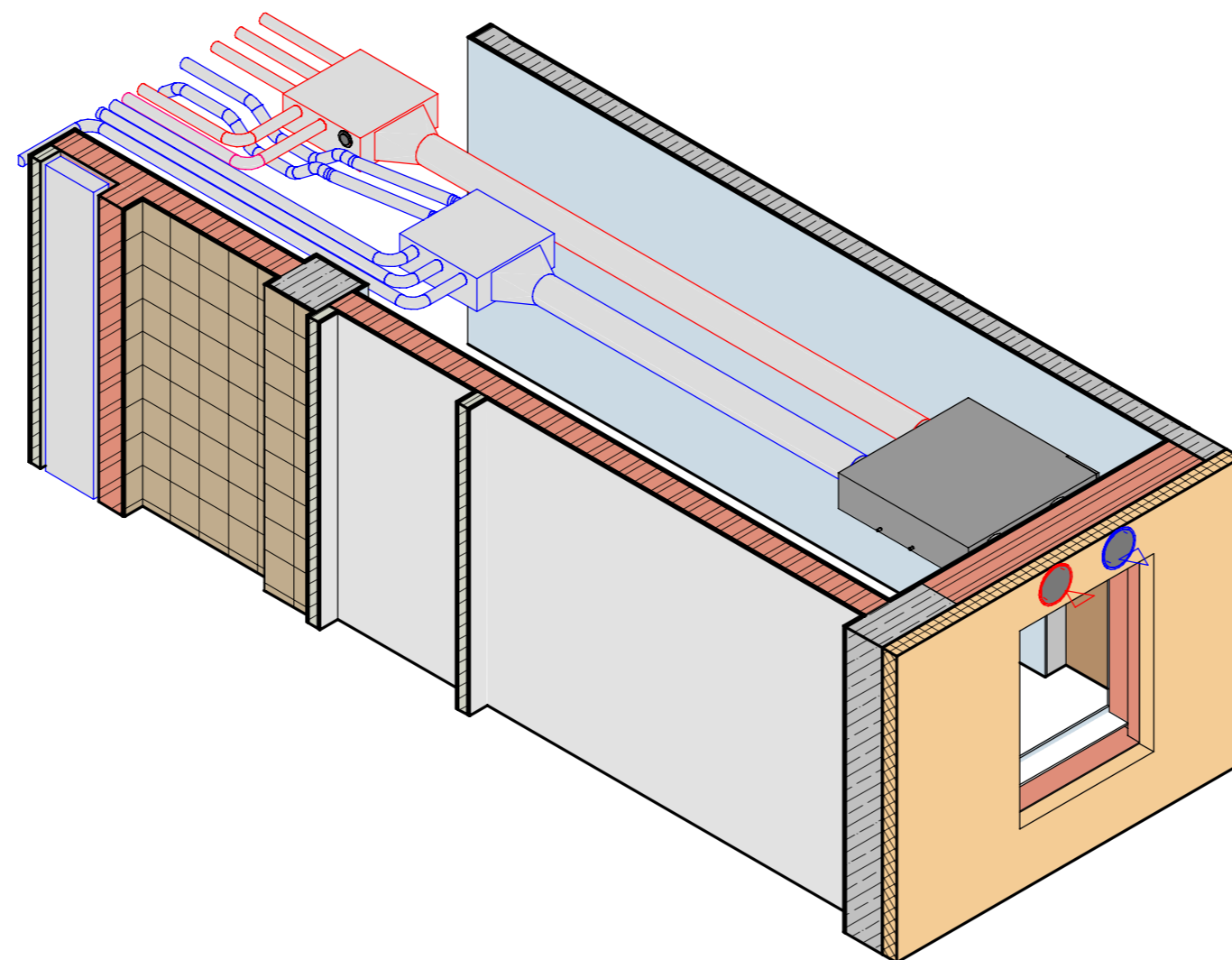
Узел вытяжной вентиляции с естественным побуждением (1 : 100)



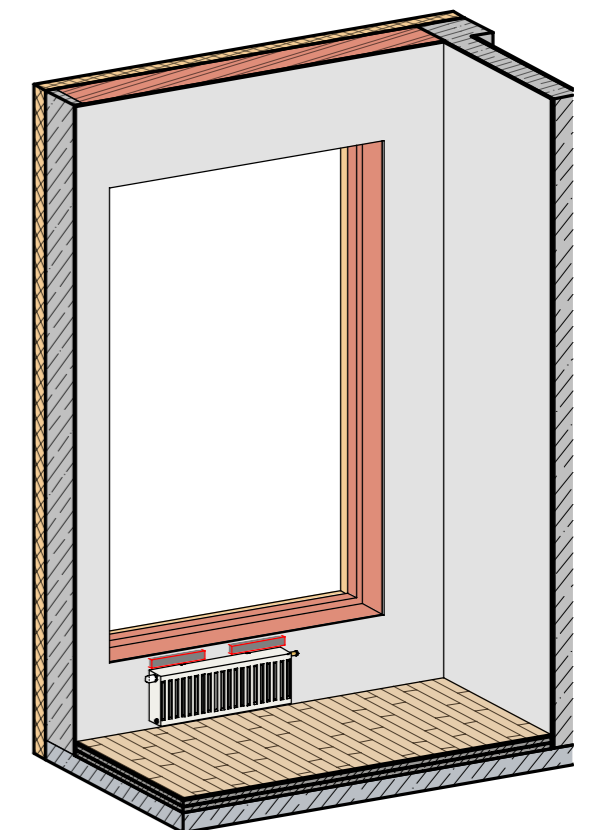
Узел подключения фанкойла



Узел подключения ПВХ и камер статического давления



Узел подключения приточных клапанов



						БР-08.03.01.31 - 0В			
						ИСИ СФУ			
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Проектирование гостинично-апартаментного комплекса класса "А+" в г. Красноярске с применением ТИМ.	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Рушакоб						БР	4	
Проверил	Панфилов								
Заф. кафедр	Матюшенко					Узел вытяжной вентиляции с естественным побуждением, подключения фанкойла, приточных клапанов, ПВХ и камер статического давления	ИСЗиС		
Н. Контр.	Панфилов								

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-Строительный институт

Кафедра: инженерные системы зданий и сооружений

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой


подпись инициалы, фамилия

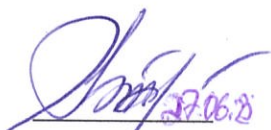
«24» 06 2023 г.

Выпускная квалификационная работа

Проектирование гостинично-апартаментного комплекса класса "А+" в г.
Красноярске с применением ТИМ

08.03.01 «Техническая эксплуатация объектов ЖКХ» Строительство

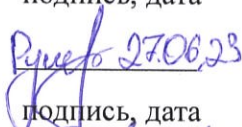
Руководитель


подпись, дата

доцент, к. т. н.

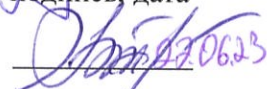
Панфилов В. И.

Выпускник


подпись, дата

Рушаков Д. С.

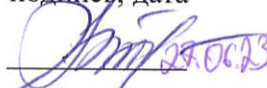
Рецензент


подпись, дата

доцент, к. т. н.

Панфилов В. И.

Нормоконтролер


подпись, дата

доцент, к. т. н.

Панфилов В. И.

Красноярск 2023