ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»

Заказчик – Министерство образования и науки Российской Федерации

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

АТПР ТН-М-0159-00

2020

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»

Заказчик – Министерство образования и науки Российской Федерации

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

АТПР ТН-М-0159-00

Руководитель отдела НТС Юрченко И.А.

Директор проектного отделения Горнов В.Ф.

Генеральный директор Майорова Н.И.

2020

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

ОГЛАВЛЕНИЕ

01. Общие сведения 3

02. Использование теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов московского Метрополитена, в том числе для термостабилизации и повышения комфортности внутреннего микроклимата на станциях и вестибюлях 4

03. Теплонасосная система обогрева, обеспечивающая теплоснабжение площадки лестничных сходов и площадки перед лифтом. 16

04. Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес 22

1 Назначение воздушно-тепловых завес. 22

2 Нормативные Требования к ВТЗ. 22

3 Нормативные требования к применению теплонасосных систем. 23

4 Функциональные требования к использованию теплонасосных систем для теплохладоснабжения ВТЗ в метрополитене 24

5 Требования к размещению оборудования теплонасосных систем. 24

6 Требования к электроснабжению и автоматизации. 25

7 Требования безопасности. 25

8 Расчётные параметры. 26

9 Технические и схемные решения по применению теплонасосного оборудования для теплоснабжения ВТЗ. 27

10 Холодоснабжение 30

11 Особенности ВТЗ порталов. 31

01. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Настоящий Альбом разработан ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ" по заказу Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках соглашения №075-11-2018-237 от 21 декабря 2018г. (05.579. 21.0159), уникальный идентификатор проекта RFMEFI57918X0159.

Альбом разработан специалистами ОАО «ИНСОЛАР-ИНВЕСТ»: д-р техн. наук Васильев Г.П., инж. Горнов В.Ф., канд. техн. наук Попов М.И., инж. Шапкин П.В., инж. Абуев И.М., инж. Бурмистров А.А., инж. Виноградов А.М., инж. Волков С.В., инж. Евстратова Н.Д., инж. Жолобецкий Я.Я., инж. Колесова М.В., инж. Лесков В.А., канд. физ.-мат. наук Личман В.А., инж. Мареева И.И., инж. Тарасов А.И., инж. Тарасов В.О., инж. Тимофеев Н.А., инж. Юрченко И.А.

Альбом разработан в соответствии с действующими нормативными документами на основании:

- архитектурно-строительных чертежей;
- смежных разделов проекта;
- требований, действующих на территории Российской Федерации нормативных документов:

• СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений;

• СП 120.13330.2012 Метрополитены. Актуализированная редакция СНиП 32-02-2003 (с Изменениями № 1, 2 и 3);

• СП 32-106-2004 Метрополитены. Дополнительные сооружения и устройства;

• СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003;

• СП 73.13330.2012 Внутренние санитарно-технические системы зданий. Актуализированная редакция СНиП 3.05.01-85;

• СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99*;

- СП 51.13330.2011 Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003;
- СП 61.13330.2012 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов;
- ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением N 1);
- ГОСТ 21.1101-2013 «Основные требования к проектной и рабочей документации»;
- другими действующими нормативными документами Российской Федерации.

Термины и определения приняты согласно ГОСТ 22270-76 «Оборудование для кондиционирования воздуха, вентиляции и отопления. Термины и определения».

При разработке Альбома также учитывались требования, изложенные в "Технических условиях на применение теплонасосных систем теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена", утверждённых Первым заместителем начальника метрополитена - начальником Дирекции инфраструктуры Д.А. Дощатовым.

02. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕПЛОНАСОСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОХЛАДОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ МОСКОВСКОГО МЕТРОПОЛИТЕНА, В ТОМ ЧИСЛЕ ДЛЯ ТЕРМОСТАБИЛИЗАЦИИ И ПОВЫШЕНИЯ КОМФОРТНОСТИ ВНУТРЕННЕГО МИКРОКЛИМАТА НА СТАНЦИЯХ И ВЕСТИБЮЛЯХ

Наиболее простым и рациональным способом улучшения микроклимата в подземных объектах Московского метрополитена при обеспечении энергоэффективности является рекуперация «сбросного» тепла/холода воздуха в вытяжных шахтах системы вентиляции за счет подогрева/охлаждения воздуха в приточных шахтах системы вентиляции. В зимний расчётный период эффективность такой рекуперации может достигать 50%, летом – не более 15%. При реализации данного решения в зимний период обеспечивается подача нормативного количества воздуха в тоннель, а, следовательно, и норма CO_2, но эффективность охлаждения в летний период остаётся относительно невысокой. Уже на второй год эксплуатации данного решения температуры внутреннего воздуха на станциях будут существенно превышать нормативные значения, что препятствует его дальнейшей эксплуатации без искусственного охлаждения приточного воздуха в т.ч. и в зимний период. Принципиальная схема такой системы представлена на чертеже АТПР ТН-М-0159-02.01, а её общий вид представлен на чертеже АТПР ТН-М-0159-02.02.

В то же время, рекуперация «сбросного» тепла с тепла/холода воздуха в вытяжных шахтах системы вентиляции за счет подогрева/охлаждения воздуха в приточных шахтах системы вентиляции с использованием теплонасосного оборудования, включённого в незамерзающий гидравлический контур рекуперации, позволяет обеспечить рекуперацию теплоты зимой до 30% и холода летом до 15%. При выполнении системы в одноступенчатом варианте конденсатор теплового насоса встраивается в гидравлический контур по ходу теплоносителя, перед теплообменником, обеспечивающем нагрев приточного воздуха, а испаритель – перед теплообменником, охлаждающим вытяжной воздух. За счёт реверсирования теплонасосного оборудования в летний период обеспечивается охлаждение приточного воздуха и «сброс» излишков тепла с вытяжным воздухом. Данная схема рекуперации позволяет обеспечить как круглосуточную подачу нормативного объёма воздуха, так и нормируемые значения концентрации CO_2 и при этом избежать как отрицательных, так и слишком высоких температур. Принципиальная схема такой системы представлена на чертеже АТПР ТН-М-0159-02.03, а её общий вид представлен на чертеже АТПР ТН-М-0159-02.04.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

При использовании данной системы рекуперации практически исключается изменение температурного режима грунтового массива, окружающего подземные строения метрополитена при многолетней эксплуатации. В сравнении же с привычными технологиями данная схема позволяет обеспечить экономию энергии на отопление до 72% и до 15% на охлаждение.

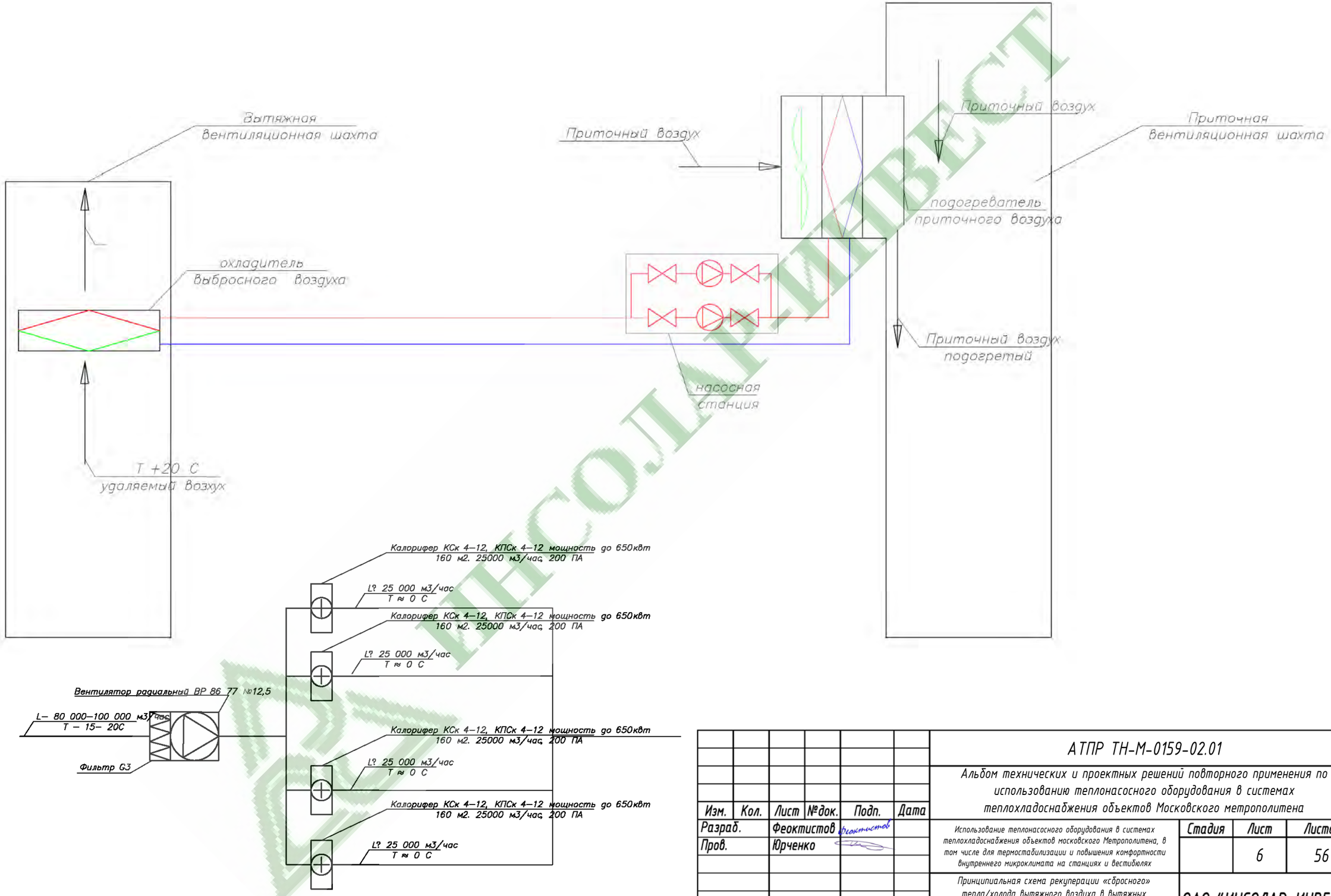
Для дальнейшего повышения эффективности подобной системы возможно использование теплонасосного оборудования в комбинации с «пассивным» холодом грунтовой воды, которая удаляется скважинами и шахтами водопонижения. Это позволит сэкономить порядка 72% энергии в отопительный период и порядка 80% в летний период по сравнению с привычными технологиями нагрева и охлаждения. При использовании данной системы рекуперации практически исключается изменение температурного режима грунтового массива, окружающего подземные строения метрополитена при многолетней эксплуатации. В данном случае нет необходимости в дополнительных насосах, т.к. система водопонижения уже оснащена погружными или повысительными насосами, удаляющими грунтовые или подземные воды. Принципиальная схема такой системы представлена на чертеже АТПР ТН-М-0159-02.05, а её общий вид представлен на чертеже АТПР ТН-М-0159-02.06.

Еще большей эффективности в использовании анергии позволяет добиться схема утилизации «сбросного» тепла метрополитена для устройства снегоплавильных пунктов, а так же для обогрева дорожных покрытий, тротуаров, ступеней подземных переходов, остановочных пунктов в зимнее время. При реализации данной схемы венткиоски метрополитена оснащаются независимыми теплообменниками и вентиляторами, что позволяет утилизировать «сбросное» тепло с помощью тепловых насосов независимо от метрополитена, к конденсаторам которых подключены трубопроводы, обогревающее целевые площадки. Реализация данной схемы утилизации сбросного тепла для Московского метрополитена позволит обогреть и, соответственно, очистить от снега суммарную площадь 1,54 млн. м^2. Экономия энергии при этом может достигать 80%. Принципиальная схема такой системы представлена на чертеже АТПР ТН-М-0159-02.07, а её общий вид представлен на чертеже АТПР ТН-М-0159-02.08.

Аналогичным образом сбросное тепло метрополитена может быть утилизировано тепловыми насосами, установленными в системе теплоснабжения здания или сооружения. Т.е. сбросное тепло метрополитена может быть использовано как источник низкопотенциального тепла для системы отопления или ГВС здания. Принципиальная схема такой системы представлена на чертеже АТПР ТН-М-0159-02.09, а её общий вид представлен на чертеже АТПР ТН-М-0159-02.10.

ЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-02.01



Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Феоктистов			
Пров.		Юрченко			
Утв.		Горнов			

АТПР ТН-М-0159-02.01

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

Использование теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов московского Метрополитена, в том числе для термостабилизации и повышения комфортности внутреннего микроклимата на станциях и вестибюлях

Стадия	Лист	Листов
	6	56

Принципиальная схема рекуперации «сбросного» тепла/холода вытяжного воздуха в вытяжных вентиляционных шахтах и подогрев/охлаждение приточного воздуха в приточных вентшахтах.

ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Формат А3

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

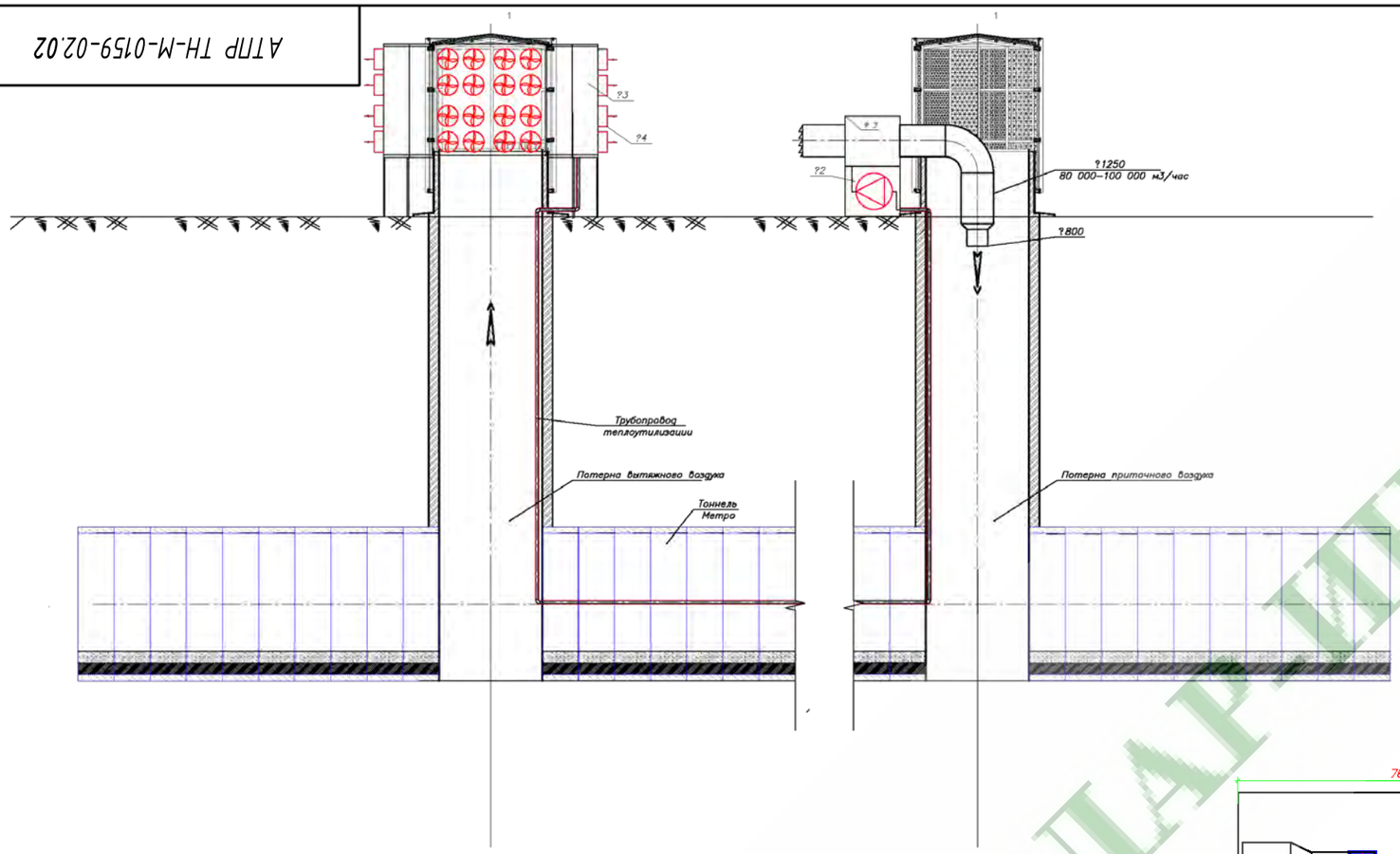
Взам.инв. №

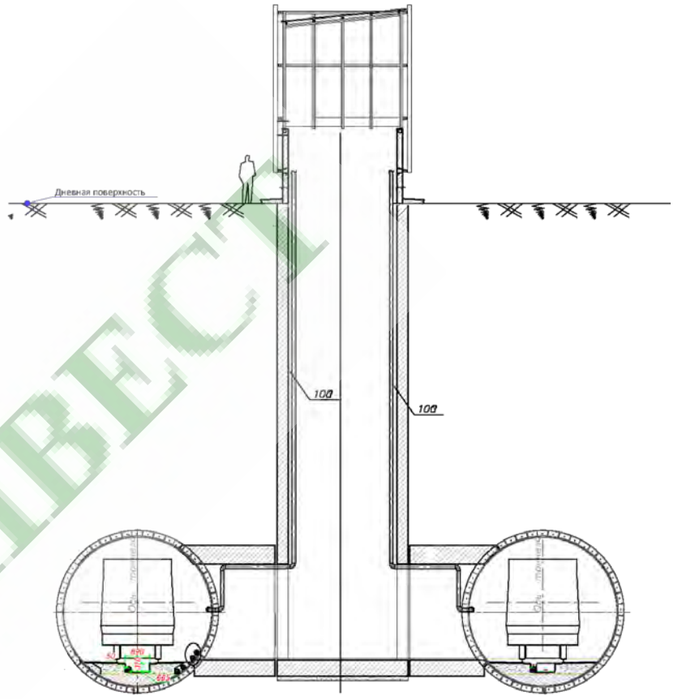
Подп. и дата

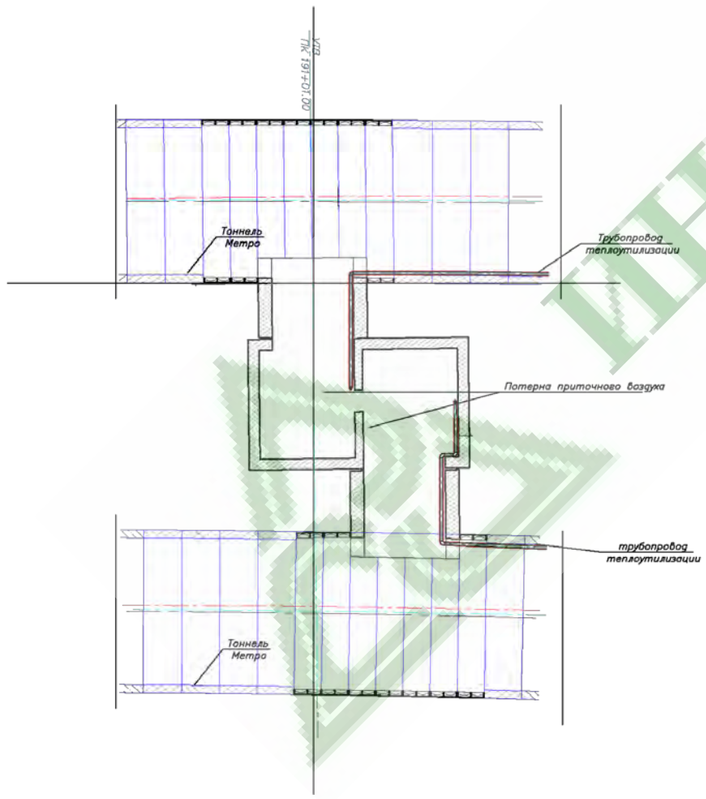
Инв. №подл.

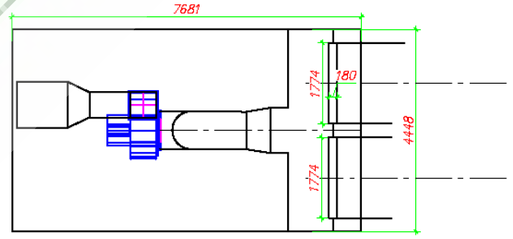
ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

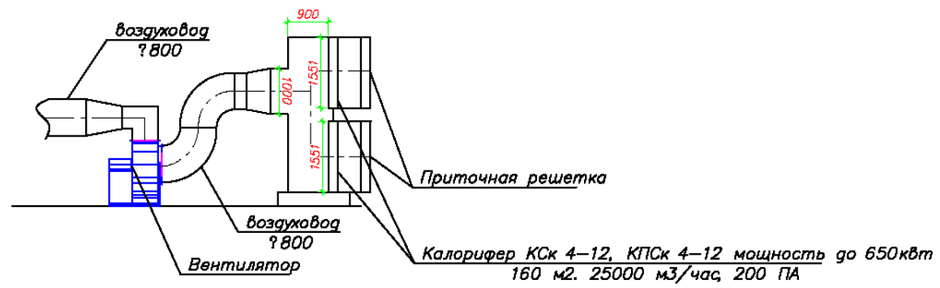
АТПР ТН-М-0159-02.02











Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-02.02		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов				Использование теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов московского Метрополитена, в том числе для термостабилизации и повышения комфортности внутреннего микроклимата на станциях и вестибюлях	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Юрченко						7	56
Утв.		Горнов				Общий вид системы рекуперации «сбросного» тепла/холода вытяжного воздуха в вытяжных вентиляционных шахтах и подогрев/охлаждение приточного воздуха в приточных вентшахтах.	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	

Формат А3

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

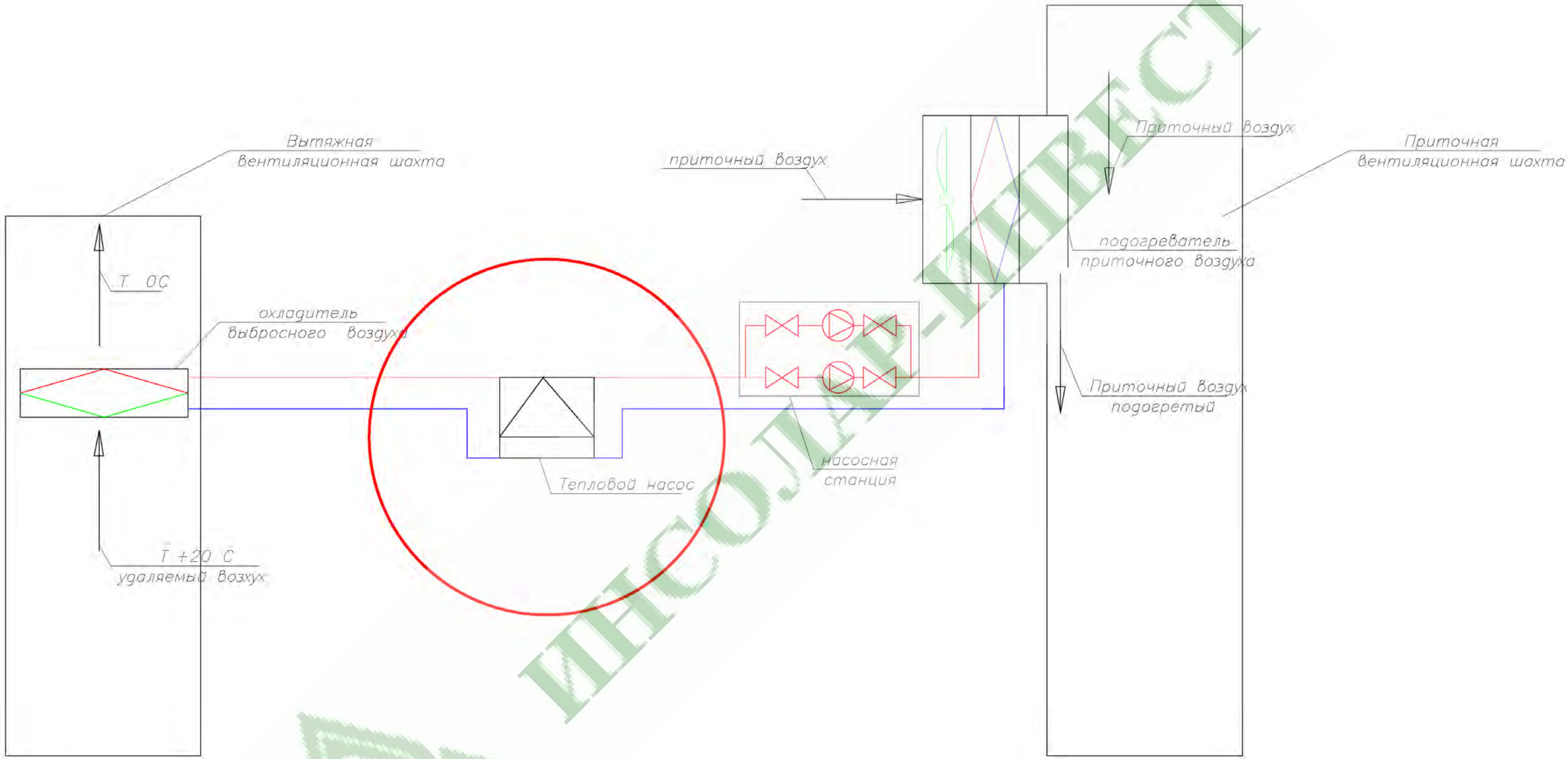
Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-02.03



ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

Взам.инв. №

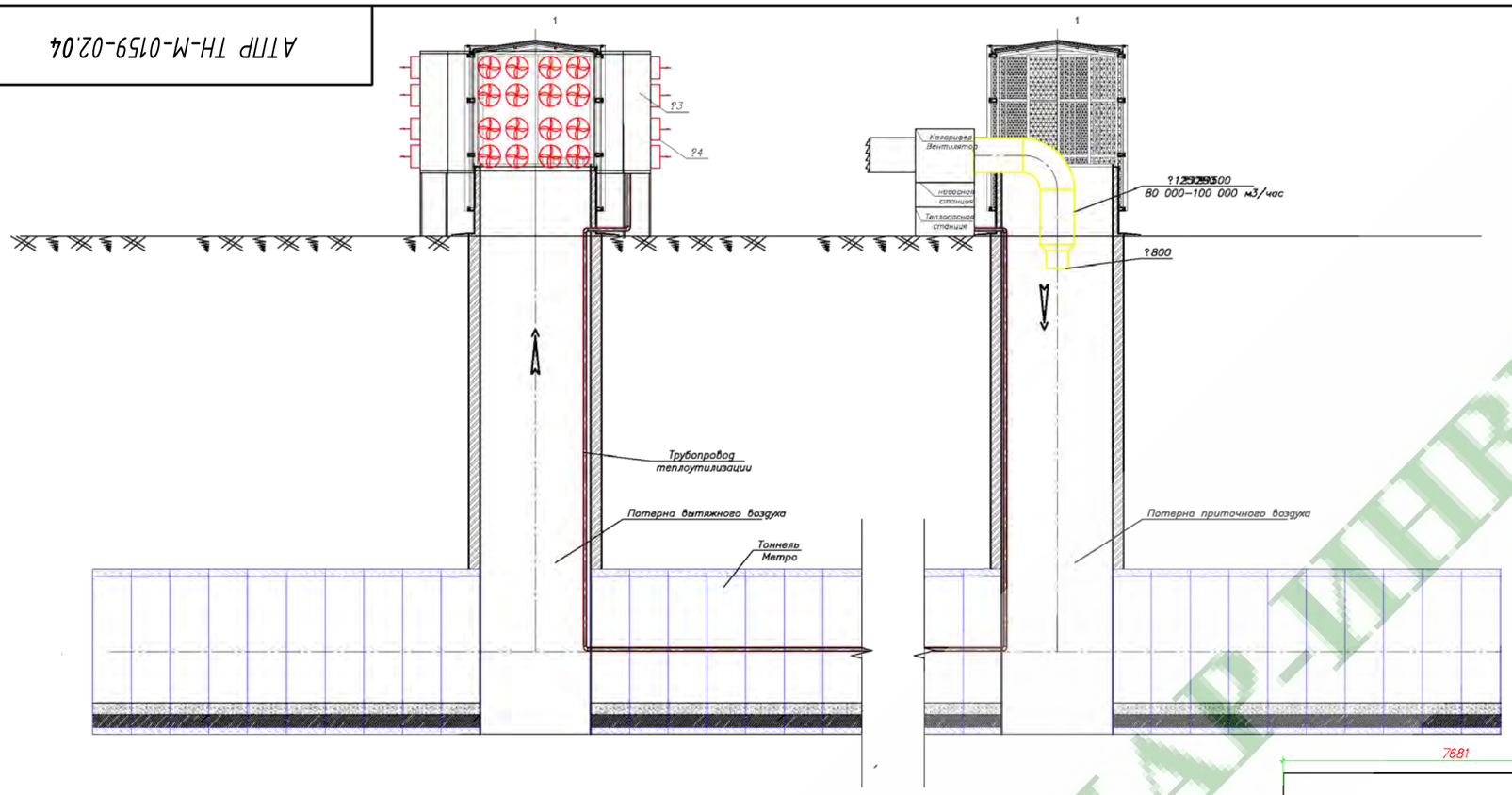
Подп. и дата

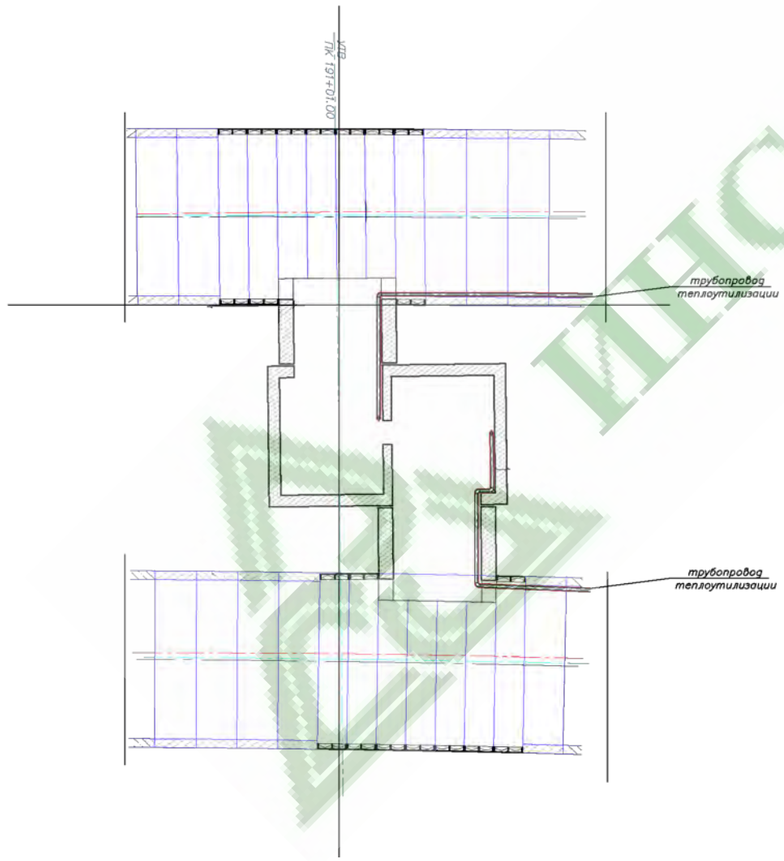
Инв. №подп.

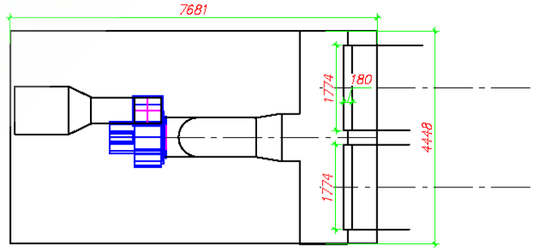
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-02.03		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Использование теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов московского Метрополитена, в том числе для термостабилизации и повышения комфортности внутреннего микроклимата на станциях и вестибюлях	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Юрченко						8	56
Утв.		Горнов				Принципиальная схема одноступенчатой рекуперации теплоты и «холода» вытяжного воздуха системы вентиляции метрополитена с применением теплонасосного оборудования.	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	

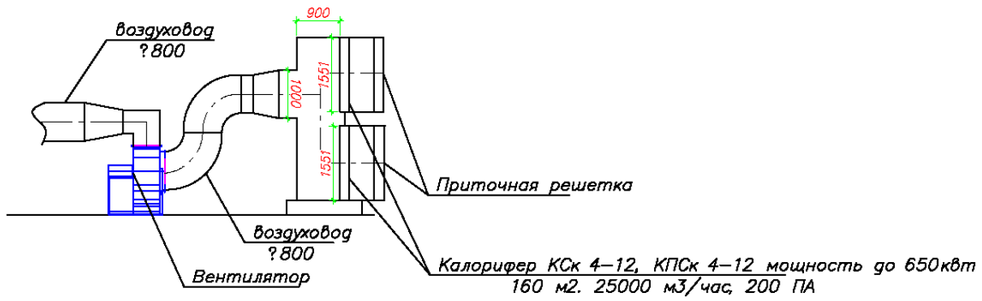
Формат А3

АТПР ТН-М-0159-02.04









Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-02.04
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Использование теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов московского Метрополитена, в том числе для термостабилизации и повышения комфортности внутреннего микроклимата на станциях и вестибюлях
Пров.		Юрченко				Стадия: — / Лист: 9 / Листов: 56
						Об щий вид системы одноступенчатой рекуперации теплоты и «холода» вытяжного воздуха системы вентиляции метрополитена с применением теплонасосного оборудования.
Утв.		Горнов				ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Формат А3

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

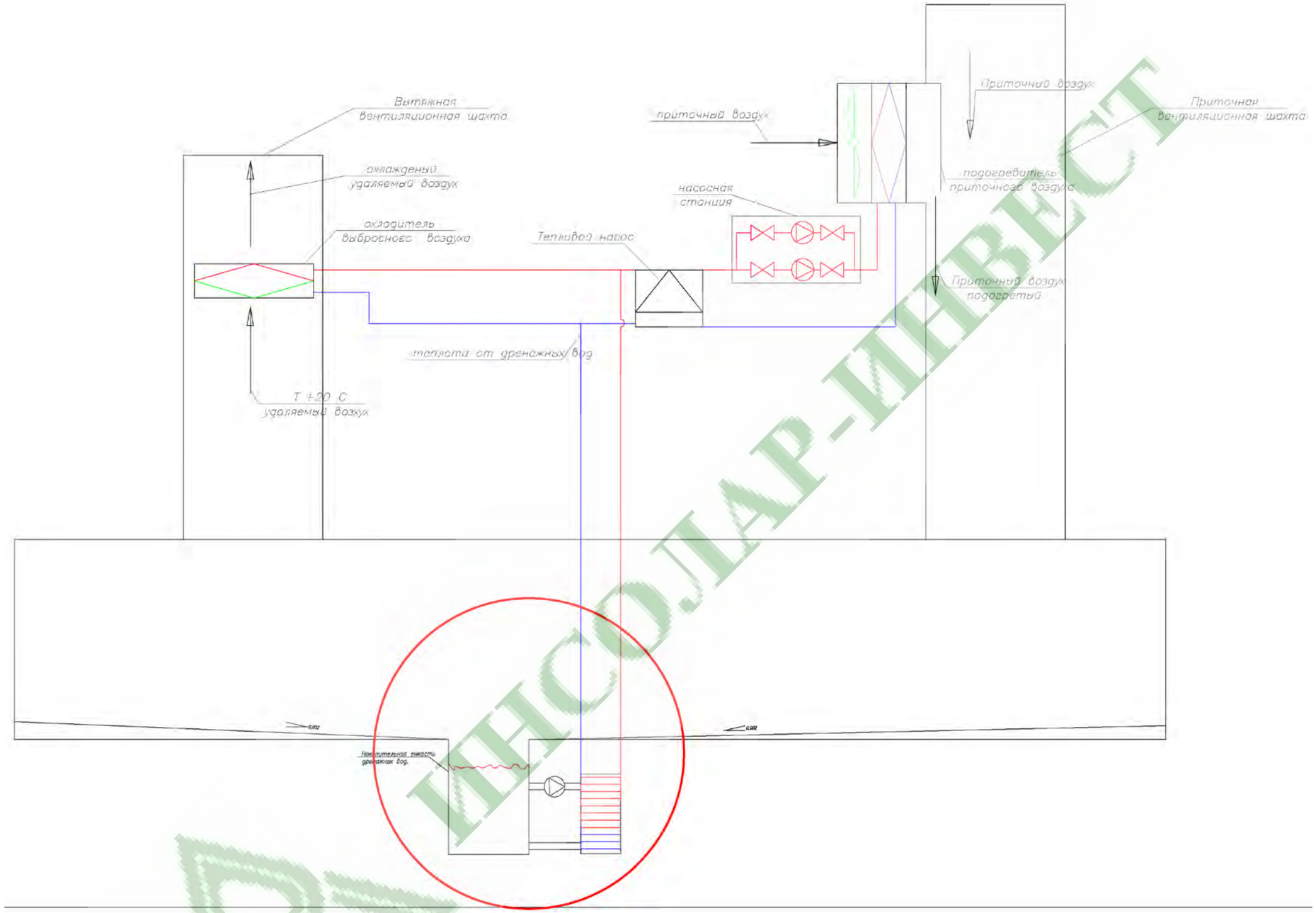
Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-02.05



ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Феоктистов			
Пров.		Юрченко			
Утв.		Горнов			

АТПР ТН-М-0159-02.05

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

Использование теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов московского Метрополитена, в том числе для термостабилизации и повышения комфортности внутреннего микроклимата на станциях и вестибюлях

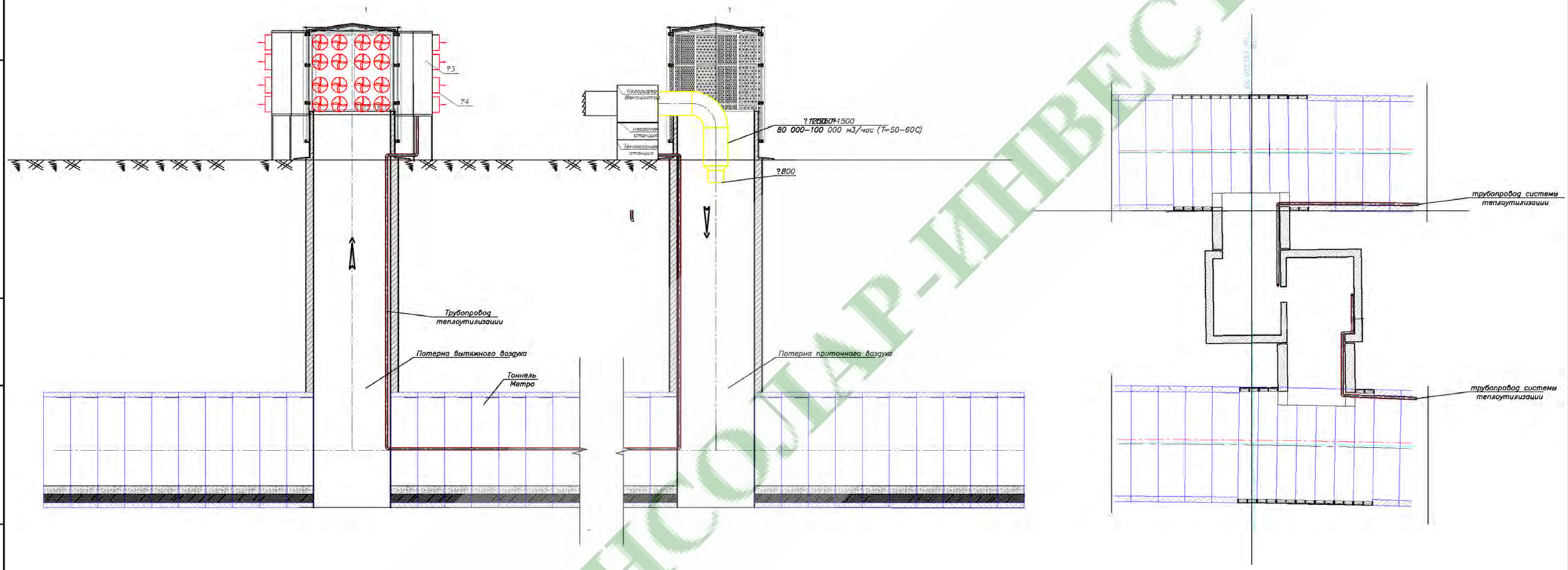
Стадия	Лист	Листов
	10	56

Принципиальная схема рекуперации «сбросного» тепла/холода вытяжного воздуха и использование для подогрева/охлаждения приточного воздуха теплонасосного оборудования в комбинации с «пассивным» холодом грунтовой водой, удаляемой шахтами и скважинами водопонижения

ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Формат А3

АТПР ТН-М-0159-02.06



ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

Взам.инв. №

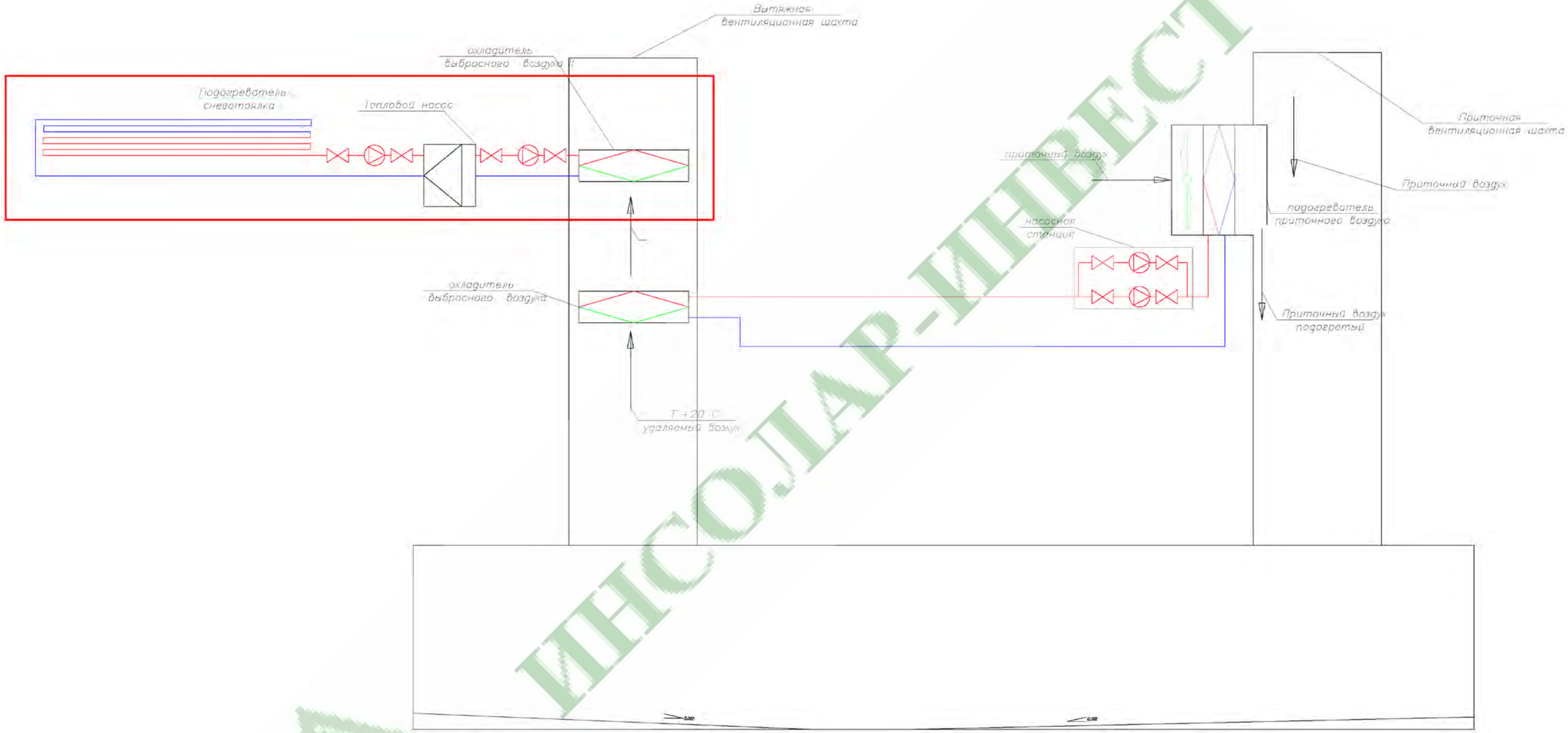
Подп. и дата

Инв. №подл.

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-02.06		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Использование теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов московского Метрополитена, в том числе для термостабилизации и повышения комфортности внутреннего микроклимата на станциях и вестибюлях	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Юрченко						11	56
						Общий вид системы рекуперации «сбросного» тепла/холода вытяжного воздуха и использование для подогрева/охлаждения приточного воздуха теплонасосного оборудования в комбинации с «пассивным» холодом грунтовой водой, удаляемой шахтами и скважинами водопонижени	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"		
Утв.		Горнов							

Формат А3

АТПР ТН-М-0159-02.07



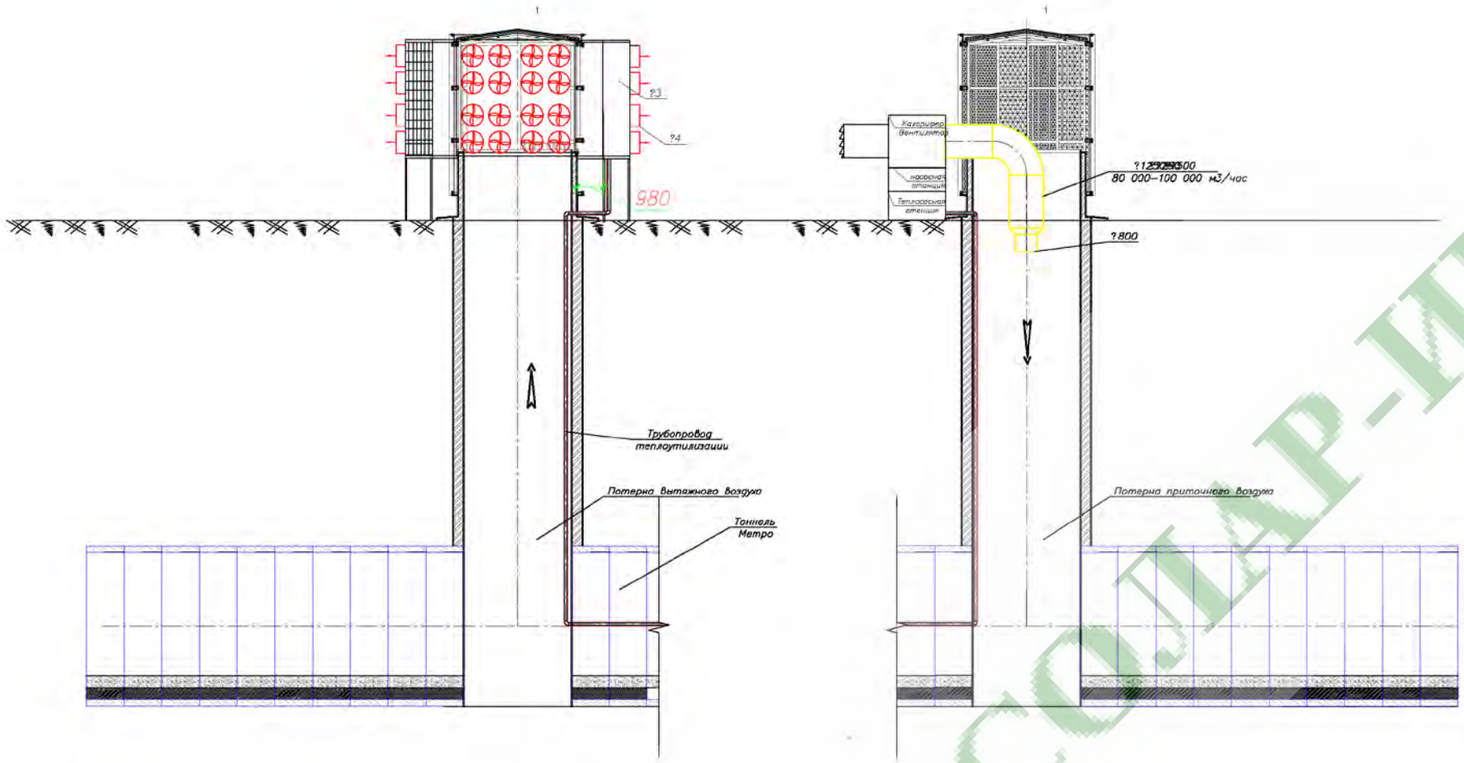
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-02.07
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Использование теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов московского Метрополитена, в том числе для термостабилизации и повышения комфортности внутреннего микроклимата на станциях и вестибюлях
Пров.		Юрченко				Стадия: — / Лист: 12 / Листов: 56
						Принципиальная схема утилизации «сбросного» тепла вытяжного воздуха системы вентиляции Московского метрополитена для подогрева дорожных покрытий, остановочных пунктов в зимнее время и устройства снегоплавильных пунктов.
Утв.		Горнов				ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

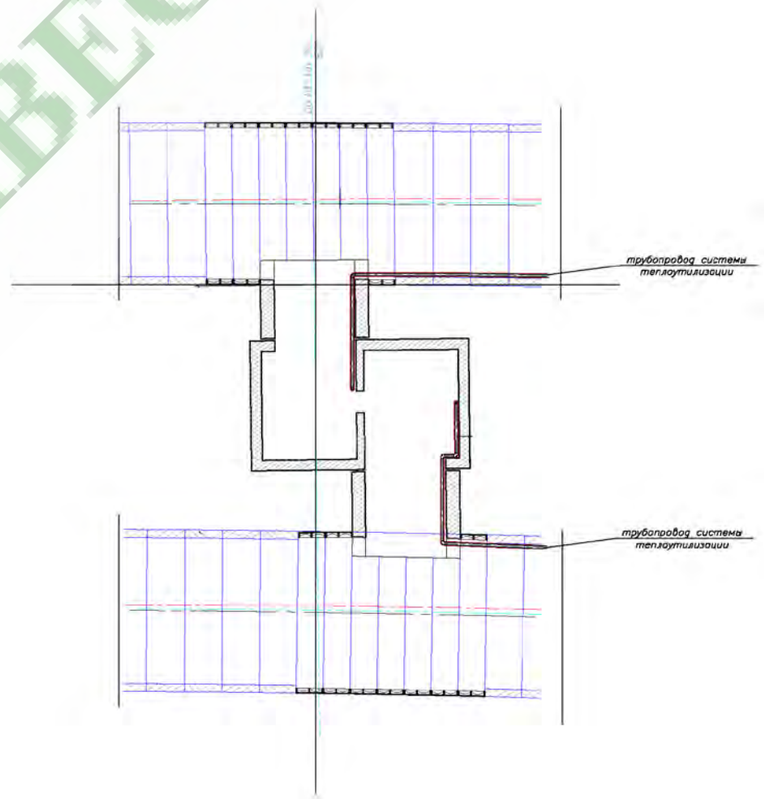
Формат А3

Перв. прим. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. №дубл. | Взам.инв. № | Подп. и дата | Инв. №подл.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-02.08





						АТПР ТН-М-0159-02.08		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата			
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Использование теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов московского Метрополитена, в том числе для термостабилизации и повышения комфортности внутреннего микроклимата на станциях и вестибюлях	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Юрченко						13	56
						Общий вид системы утилизации «сбросного» тепла вытяжного воздуха системы вентиляции Московского метрополитена для подогрева дорожных покрытий, остановочных пунктов в зимнее время и устройства снегоплавильных пунктов.	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	
Утв.		Горнов						

Формат А3

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

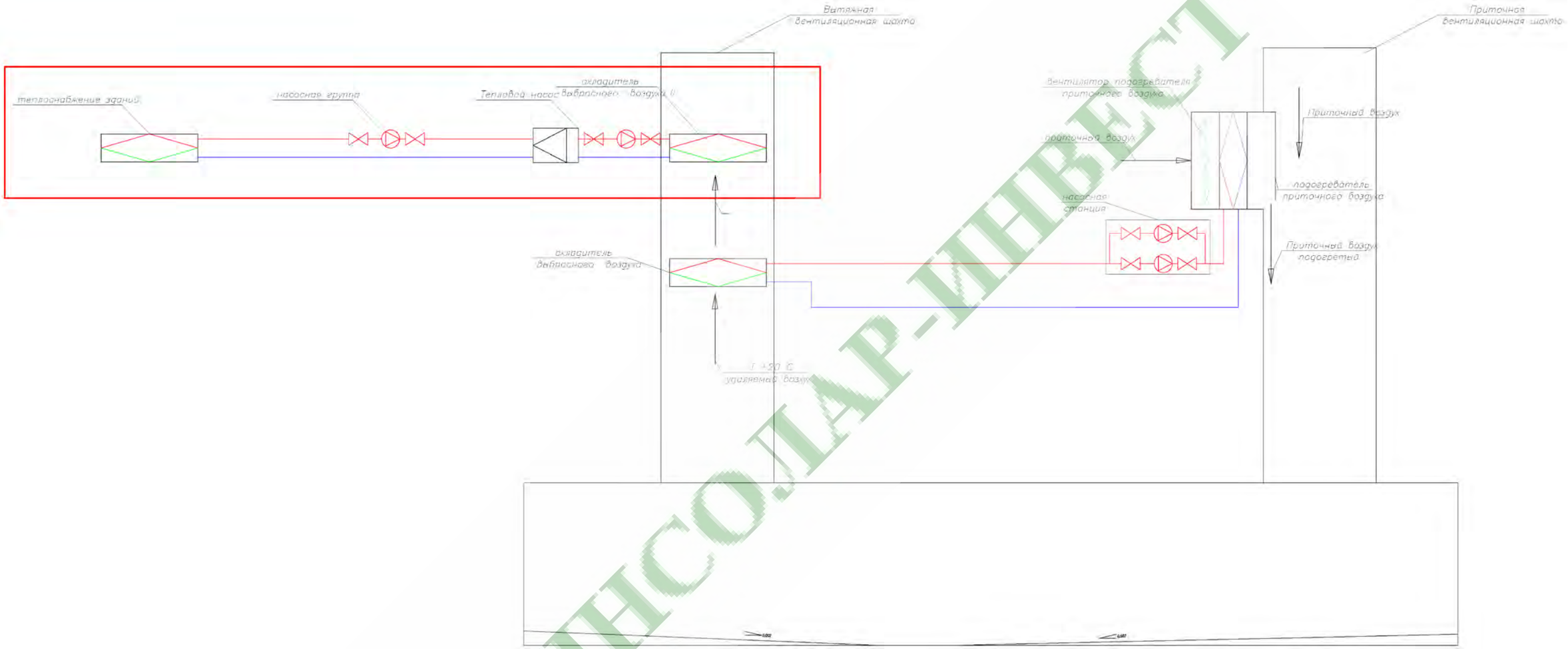
Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-02.09



Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Феоктистов			
Пров.		Юрченко			
Утв.		Горнов			

АТПР ТН-М-0159-02.09

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

Использование теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов московского Метрополитена, в том числе для термостабилизации и повышения комфортности внутреннего микроклимата на станциях и вестибюлях

Стадия	Лист	Листов
	14	56

Принципиальная схема утилизации «сбросного» тепла вытяжного воздуха системы вентиляции Московского метрополитена для теплоснабжения инфраструктуры транспортно-пересадочных пунктов и близлежащей

ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Формат А3

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

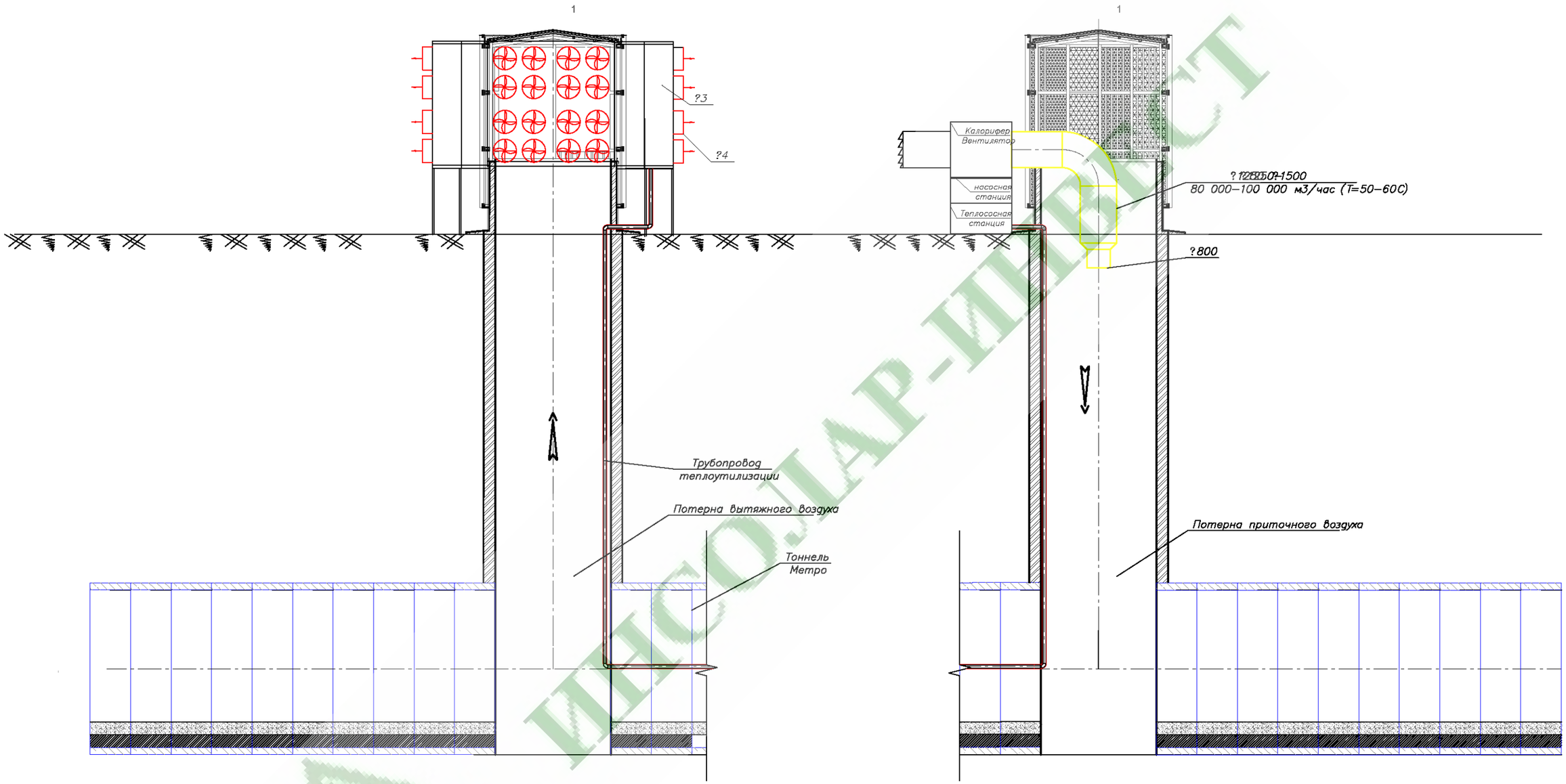
Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-02.10



ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Феоктистов			
Пров.		Юрченко			
Утв.		Горнов			

АТПР ТН-М-0159-02.10

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

Использование теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов московского Метрополитена, в том числе для термостабилизации и повышения комфортности внутреннего микроклимата на станциях и вестибюлях

Стадия	Лист	Листов
	15	56

Общий вид системы утилизации «сбросного» тепла вытяжного воздуха системы вентиляции Московского метрополитена для теплоснабжения близлежащей застройки.

ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Формат А3

Перв. прим. | Справ. N° | Подп. и дата | Инв. N°дубл. | Взам.инв. N° | Подп. и дата | Инв. N°подл.

03. ТЕПЛОНАСОСНАЯ СИСТЕМА ОБОГРЕВА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩАЯ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ ПЛОЩАДКИ ЛЕСТНИЧНЫХ СХОДОВ И ПЛОЩАДКИ ПЕРЕД ЛИФТОМ.

Для обеспечения таяния снега и предотвращения образования льда на лестничных сходах и площадке перед лифтом возможно использование метода «тёплого пола». Наиболее перспективным источником тепла для подобной системы является тепловой насос. Греющая плита формируется из слоя стяжки, подогреваемого трубами, по которым циркулирует теплоноситель. Греющая плита, в свою очередь передает тепло гранитной облицовке, нагревая её до необходимой температуры. В качестве низкопотенциального источника тепла для теплонасосного оборудования, обеспечивающего нагрев теплоносителя в жидкостной системе обогрева (ЖСО) может использоваться вытяжной воздух метрополитена. Причем воздух может подаваться на градирни как непосредственно из вытяжных шахт, так и, например, из подземного перехода, куда он попадает со станции через кассовый зал. План подобной системы представлен на чертеже АТПР ТН-М-0159-03.01

Температура теплоносителя регулируется насосно-распределительным узлом (НРУ) в зависимости от температуры наружного воздуха (например, +70°С при -25°С). Теплоноситель подаётся в контуры обогрева через подающий коллектор. Шаг между укладываемыми трубами – 0,15 м. На ступенях трубы укладываются по две на ступень (причем для обеспечения равномерного прогрева потоки в этих двух трубах должны быть противонаправлены), а на горизонтальных площадках – в форме спирали. За время прохождения контура теплоноситель охлаждается до +40°С и подается через коллектор обратно на тепловой насос. Конструкция обогреваемых поверхностей представлены на чертежах АТПР ТН-М-0159-03.02 и АТПР ТН-М-0159-03.03.

Система обогрева – автономная, замкнутая с принудительной циркуляцией теплоносителя. Предусмотрен резервный источник тепла – электрокотёл. На транзитных участках укладываются в утеплителе. Гидравлически контуры труб разбиты на 5 зон: одна для обогрева площадки перед лифтом и четыре для обогрева ступеней.

Системы обогрева открытых поверхностей должны обеспечивать высокую теплопередачу от труб в направлении поверхности и низкую в противоположном от труб направлении (для снижения теплопотерь), и в то же время хорошие прочностные характеристики поверхности. Это достигается введением в конструкцию слоя керамзитобетона толщиной 150-200 мм. Этот слой необходимо учитывать как в конструкции горизонтальных площадок, так и в конструкции лестничных сходов. Трубы обогрева необходимо монтировать на монтажную сетку толщиной 4 мм и с размером ячейки 100×100 мм. Трубы следует укрывать слоем бетона с мелким гравием (не более 10 мм) с добавлением пластификатора, на который укладываются плиты облицовки. Следует учитывать, что, если толщины слоя бетона и облицовочных плит в сумме превысит 120 мм, инерционность системы существенно повысится, а эффективность упадёт до критически низких значений. На ступенях трубы укладываются в штробы.

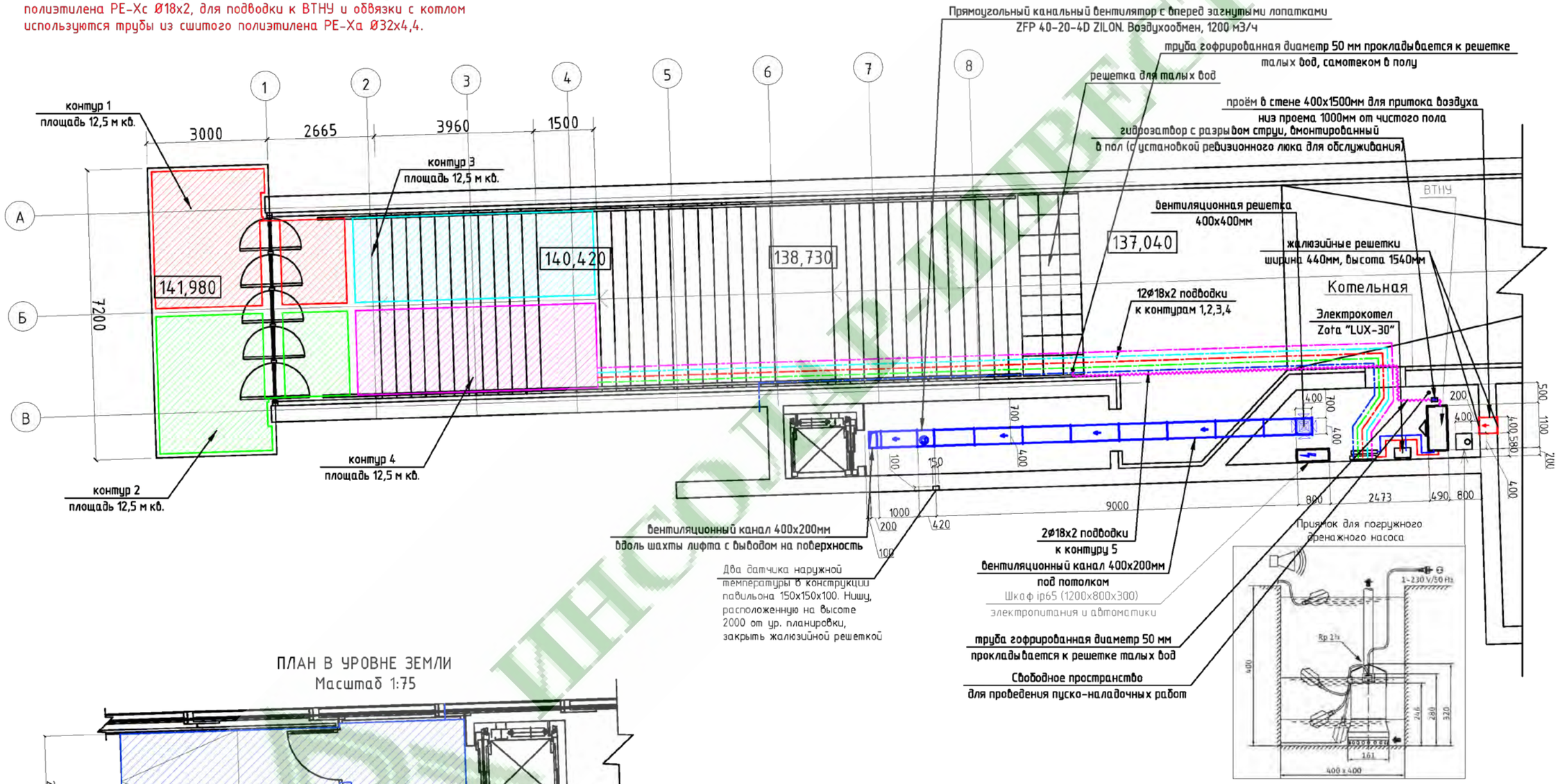
Обвязка котла и подводка к ВТНУ осуществляется трубами PE-Xa Ø32x4,4, для греющих контуров применяются трубы PE-Xc Ø18x2. Необходимо предусмотреть возможность замены труб и кабелей в местах прохода через стены либо межэтажные перекрытия, например, за счёт прокладки их в коробе или гильзе. При этом все зазоры следует заделывать, во избежание попадания воды. Выбранный для этого материал не должен препятствовать удалению и замене труб, а также обеспечивать огнестойкость.

На чертежах АТПР ТН-М-0159-03.04 и АТПР ТН-М-0159-03.05 представлены гидравлическая схема системы обогрева и схема системы вентиляции соответственно.

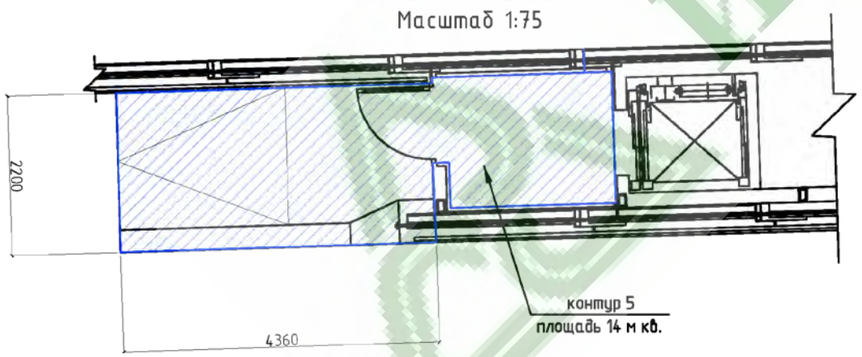
ЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-03.01

Примечание:
ВТНУ ставится на виброопоры закрепленные на металлической сварной раме высотой 200 мм, рама устанавливается на уровень чистого пола. Обеспечить отвод конденсата от ВТНУ с гидрозатвором и разрывом струи в существующую решетку для талых вод самотеком или выполнить дренажный приямок с применением дренажного насоса.
В системе петель (контуров) обогрева применяются трубы из сшитого полиэтилена PE-Xc Ø18х2, для подводки к ВТНУ и обвязки с котлом используются трубы из сшитого полиэтилена PE-Xa Ø32х4,4.



ПЛАН В УРОВНЕ ЗЕМЛИ
Масштаб 1:75



Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-03.01
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена
Разраб.		Феоктистов				Теплонасосная система обогрева, обеспечивающая теплоснабжение площадки лестничных сходов и площадки перед лифтом.
Пров.		Юрченко				Стадия / Лист: 17 / Листов: 56
Утв.		Горнов				План с контурами обогрева. М 1:100 — ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

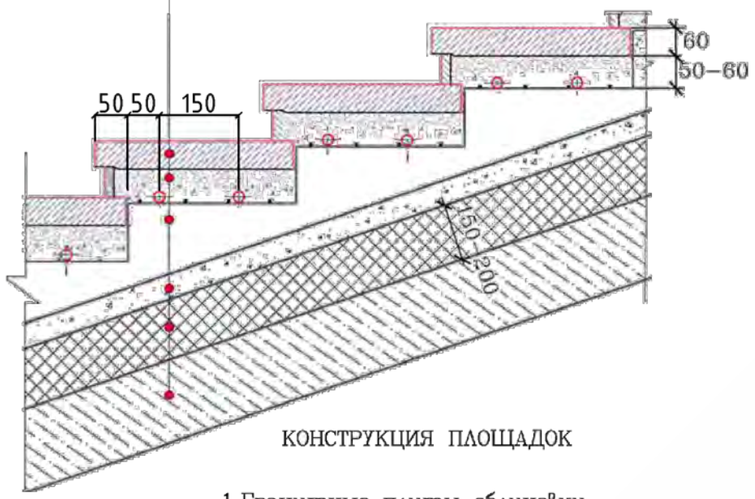
Формат А3

Перв. прим. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам.инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

АТПР ТН-М-0159-03.02

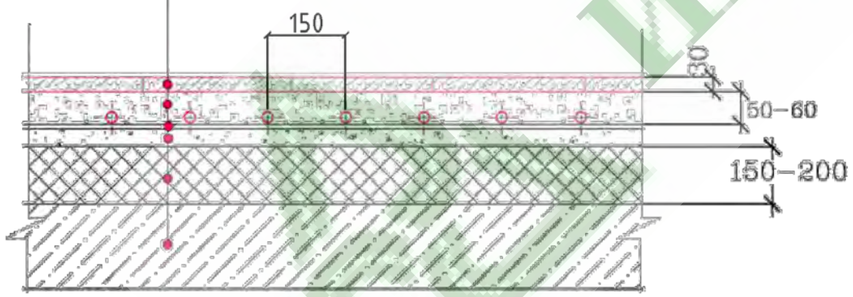
КОНСТРУКЦИЯ СТУПЕНЕЙ

1. Гранитные плиты облицовки по архитектурному проекту "Метрогипротранса"(обычно 60 мм)
2. Трубы обогрева PE–Xc ø18x2 в слое бетона* толщиной 50–60 мм
3. Арматурная монтажная сетка* 100x100 толщина прутка 4 мм
4. Бетон подступенок.
5. Стяжка 30 мм
6. Керамзитобетон = 600 кг м³ 150–200 мм (утеплитель)
7. Несущая плита по проекту "Метрогипротранса")



КОНСТРУКЦИЯ ПЛОЩАДОК

1. Гранитные плиты облицовки по архитектурному проекту "Метрогипротранса"(обычно 30 мм)
2. Трубы обогрева PE–Xc ø18x2 в слое бетона* толщиной 50–60 мм
3. Арматурная монтажная сетка** 100x100 толщина прутка 4 мм
6. Стяжка 30 мм
7. Керамзитобетон =600 кг м³ 150–200 мм (утеплитель)
8. Несущая плита по проекту "Метрогипротранса".

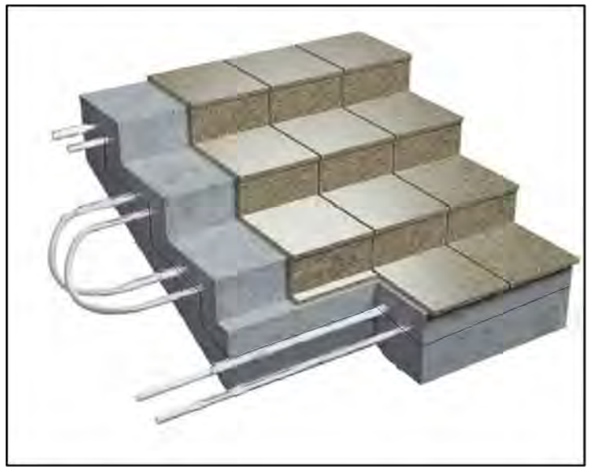


Примечания:

1. Суммарная толщина слоев №1 и №2 не должна превышать 110–120 мм
2. *Бетон на мелком гравийном заполнителе (до 10 мм) с применением пластификаторов.
3. ** Поставка и укладка силами строительной организации, ведущей на объекте общестроительные работы.

Вксонометрическая схема прокладки труб по ступеням

Фрагмент ступеней



Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-03.02		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Теплонасосная система обогрева, обеспечивающая теплоснабжение площадки лестничных сходов и площадки перед лифтом.	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Юрченко						18	56
Утв.		Горнов		Горнов		Конструкция площадок и лестничных сходов с трубами обогрева. М 1:11	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"		

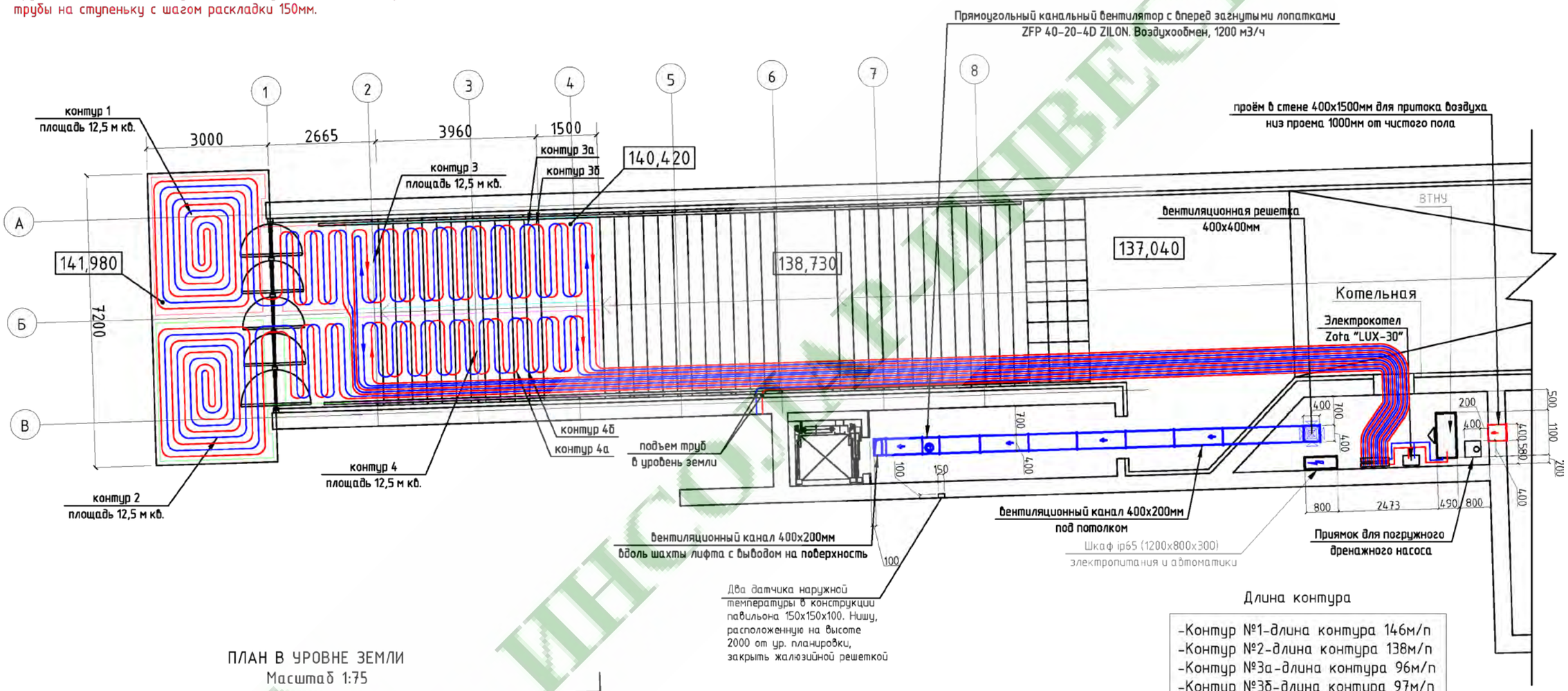
Формат А3

Перв. прим. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам.инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-03.03

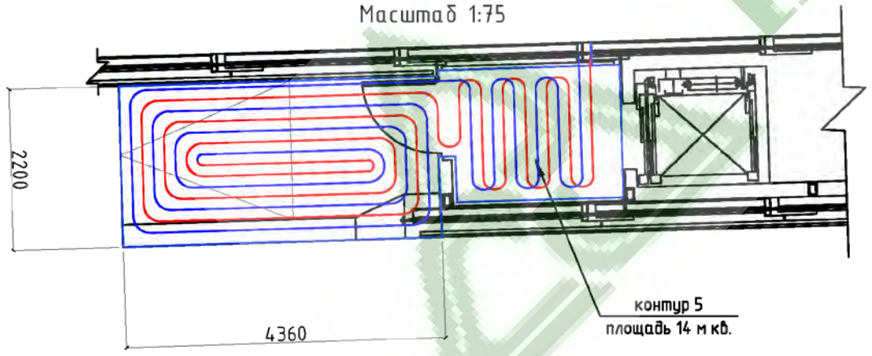
Примечание:
Транзитные участки труб теплоизолировать материалом Энергофлекс Супер Протект с внутренним диаметром изоляции 22мм и толщиной стенки 4мм.
Подводки к ВТНУ теплоизолировать материалом Энергофлекс Супер Протект с внутренним диаметром изоляции 35мм и толщиной стенки 4мм.
Трубы PE-Xc Ф18х2 на горизонтальных участках по раскладываются по спирали (в некоторых случаях змейкой), шаг раскладки труб составляет 150мм.
Трубы PE-Xc Ф18х2 на ступенях схода укладываются в "противотоке" по две трубы на ступеньку с шагом раскладки 150мм.



Длина контура

- Контур №1-длина контура 146м/п
- Контур №2-длина контура 138м/п
- Контур №3а-длина контура 96м/п
- Контур №3б-длина контура 97м/п
- Контур №4а-длина контура 81м/п
- Контур №4б-длина контура 82м/п
- Контур №5-длина контура 121м/п

ПЛАН В УРОВНЕ ЗЕМЛИ
Масштаб 1:75



Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Феоктистов			
Пров.		Юрченко			
Утв.		Горнов			

АТПР ТН-М-0159-03.03

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

Теплонасосная система обогрева, обеспечивающая теплоснабжение площадки лестничных сходов и площадки перед лифтом.

Стадия	Лист	Листов
	19	56

Схема раскладки труб жидкостной системы обогрева. М 1:100

ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Формат А3

Перв. прим. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. №дубл. | Взам.инв. № | Подп. и дата | Инв. №подл.

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

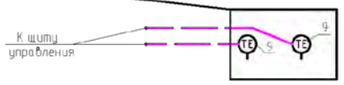
Инв. №дубл.

Взам.инв. №

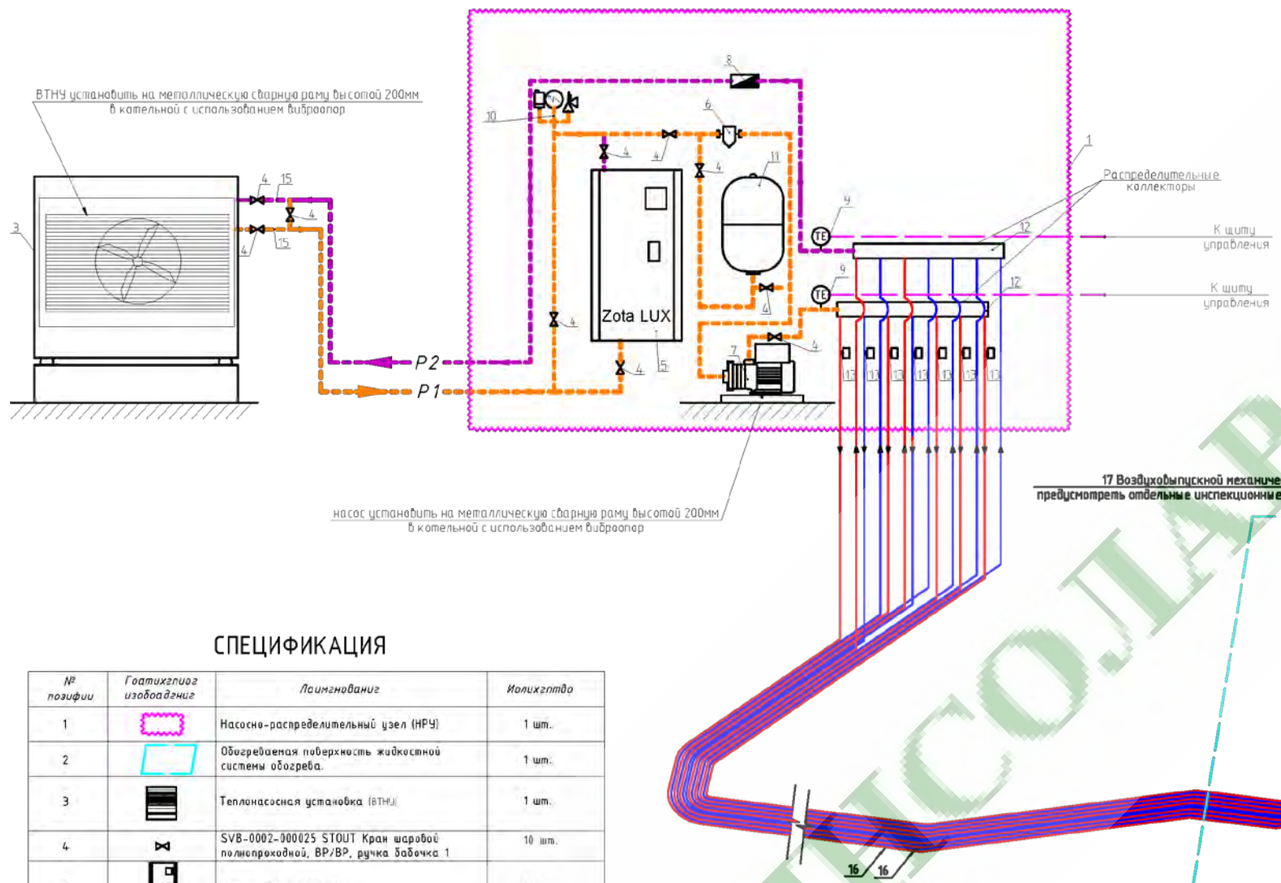
Подп. и дата

Инв. №подл.

Два датчика наружной температуры в конструкции павильона 150х150х100. Нишу, расположенную на высоте 2000 от ур. планировки, закрыть жалюзийной решеткой

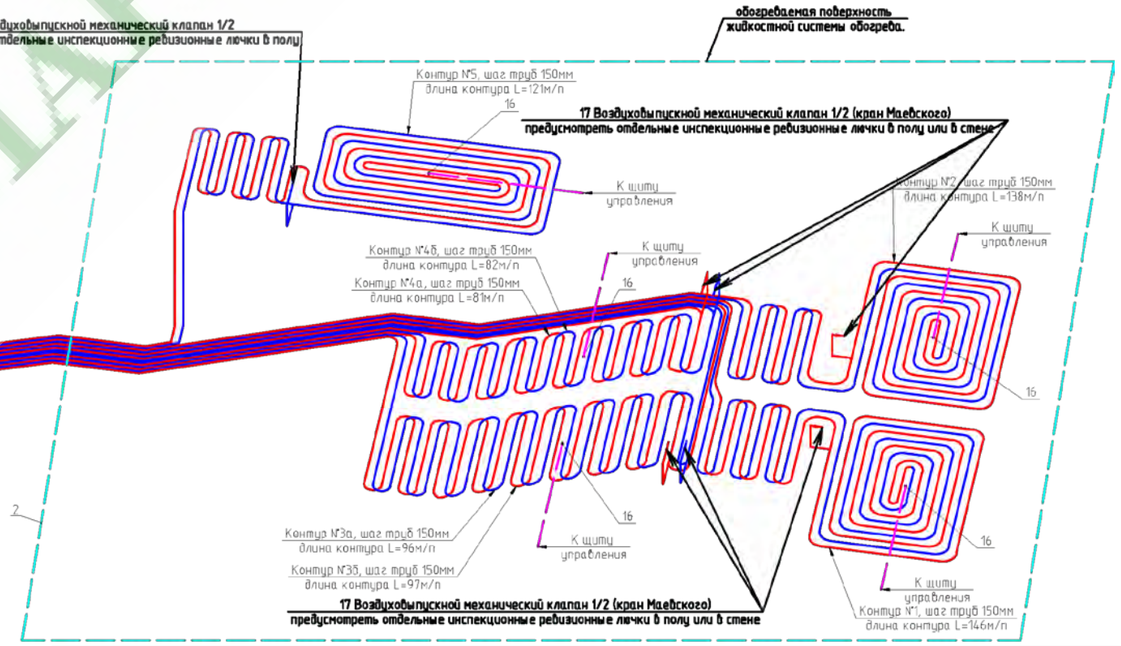


04Принципиальная схема жидкостной системы обогрева



P1 — Подающий трубопровод от конденсатора теплового насоса (40%-ный р-р этиленгликоля)

P2 — Обратный трубопровод в конденсатор теплового насоса (вода)



СПЕЦИФИКАЦИЯ

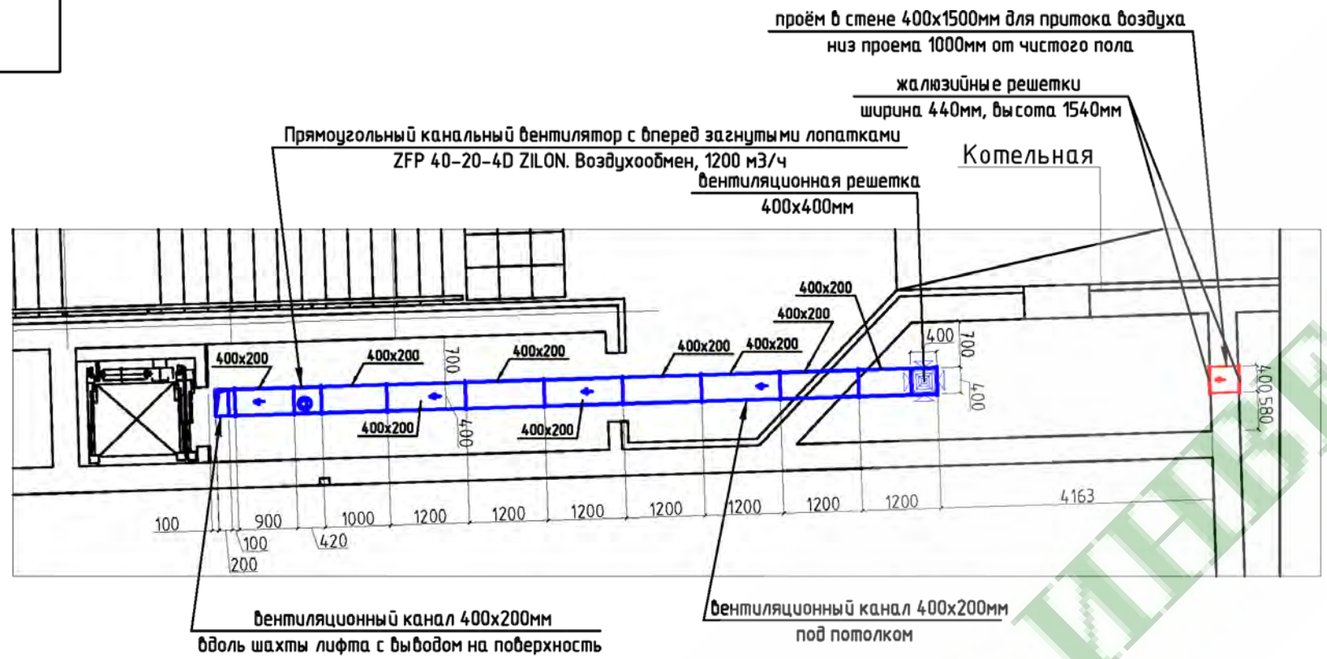
№ позиции	Графическое изображение	Наименование	Количество
1		Насосно-распределительный узел (НРУ)	1 шт.
2		Обогреваемая поверхность жидкостной системы обогрева.	1 шт.
3		Теплонасосная установка (ВТНУ)	1 шт.
4		SVB-0002-000025 STOUT Кран шаровой полнопроходной, ВР/ВР, ручка бабочка 1	10 шт.
5		Котел Zota "LUX-30"	1 шт.
6		SFW-0001-000025 STOUT 1" Фильтр сетчатый 500 мкр.	1 шт.
7		Насос CM 1-2 A-R-A-E-A VBE F-A-A-N 96935384, 0,46 кВт 3x400В Rp1"-1" "Grundfos"	1 шт.
8		ВСКМ 90-20 ДГ ВСКМ 90-20 ДГ Decast Счетчик воды	1 шт.
9		Датчик температуры	4 шт.
10		SVS-0004-015025 STOUT Группа безопасности котла (до 50 кВт) (без теплоизоляции)	1 шт.
11		Расширительный бак ДХИЛЕКС 18л	1 шт.
12		SMS 0912 000007 STOUT Коллектор из нержавеющей стали в сборе с расходомерами 7 вых.	2 шт
13		Электротермический компактный сервопривод нормально открытый	7 шт
14		Температурный датчик в защитной гильзе	5 шт
15		Трубы из сшитого полиэтилена PE-Xa Ø32x4.4	16 м/п.
16		Трубы из сшитого полиэтилена PE-Xc Ø18x2	761 м/п.
17		Воздуховыпускной механический клапан 1/2 (кран Маевского)	7 шт.

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-03.04		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Теплонасосная система обогрева, обеспечивающая теплоснабжение площадки лестничных сходов и площадки перед лифтом.	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Юрченко						20	56
Утв.		Горнов		Горнов		Принципиальная схема жидкостной системы обогрева	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"		

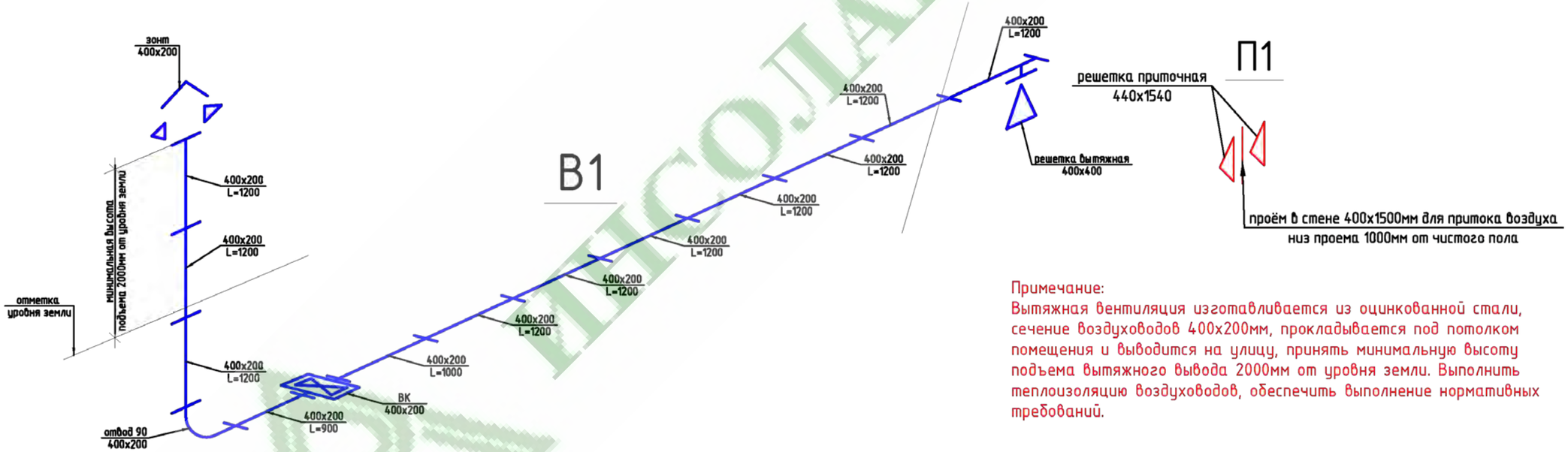
Формат А3

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-03.05



Аксонометрическая схема систем вентиляции



Примечание:
Вытяжная вентиляция изготавливается из оцинкованной стали, сечение воздуховодов 400х200мм, прокладывается под потолком помещения и выводится на улицу, принять минимальную высоту подъема вытяжного вывода 2000мм от уровня земли. Выполнить теплоизоляцию воздуховодов, обеспечить выполнение нормативных требований.

СПЕЦИФИКАЦИЯ

№п/п	Система	Наименование детали	Кол-во
1	П1	решетка приточная 440х1540мм	2 шт.
2	B1	решетка вытяжная 400х400мм	1 шт.
3		воздуховод 400х200мм L=1200мм	10 шт.
4		воздуховод 400х200мм L=1000мм	1 шт.
5		воздуховод 400х200мм L=900мм	1 шт.
6		отвод 90 400х200мм	1 шт.
7		ВК 400х200 (ZFP 40-20-4D ZILON)	1 шт.
8		зонт 400х200	1 шт.

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-03.05		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Теплонасосная система обогрева, обеспечивающая теплоснабжение площадки лестничных сходов и площадки перед лифтом.	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Юрченко						21	56
Утв.		Горнов				Схема систем вентиляции. Аксонометрическая схема систем вентиляции	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"		

Формат А3

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

04. ПРИМЕНЕНИЕ ТЕПЛОНАСОСНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ТЕПЛОХЛАДОСНАБЖЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ТЕПЛОВЫХ ЗАВЕС

1 Назначение воздушно-тепловых завес.

В соответствии с требованиями строительных нормативов, если по технологическим или санитарно-гигиеническим требованиям понижение нормируемой температуры воздуха, его влажности и др. параметров в помещении недопустимо, то у проемов в наружных ограждениях следует предусматривать устройство воздушно – тепловых завес (ВТЗ) при любых расчетных зимних наружных условиях независимо от продолжительности открывания проемов.

В подземных линиях метрополитенов наземные кассовые залы вестибюлей непосредственно связаны с наружной атмосферой через входы и выходы, а в подземных кассовых залах входы и выходы сообщены с поверхностью через уличные переходы, имеющие на конце лестничные сходы или эскалаторы.

Через дверные проемы кассовых залов вестибюлей врываются наружные потоки воздуха, связанные с явлением дутья при движении поездов. В холодный период года эти потоки воздуха значительно охлаждают кассовые залы и ухудшают условия эксплуатации метрополитена. Причем в большей степени это сказывается на станциях мелкого заложения, чем на станциях глубокого заложения.

По этой причине в СП 120.13330.2012 указано, что для обеспечения в вестибюлях и платформенных залах станций нормируемых параметров воздушной среды в холодный период года в городах со средней температурой наружного воздуха самого холодного месяца ниже 0 °С следует предусматривать воздушно-тепловую или воздушную завесу.

Для этого между входными и выходными тамбурами по наружной стене кассового зала на его уровне или под ним устраивается вентиляционно-калориферная установка. Она, как правило, оборудуется отдельно для группы дверей входа и для группы дверей выхода кассового зала. Тип калорифера определяется характером энергии, используемой для теплоснабжения вестибюля. Вентиляция кассового зала обычно осуществляется за счет тоннельной вентиляции, которая проектируется таким образом, чтобы приток превышал вытяжку на 15-20%. Таким образом, разница между поступившим в тоннель приточным воздухом и удаляемым установками тоннельной вентиляции вытяжным воздухом покидает сооружения через наклонные ходы и кассовые залы. По этой причине, а также с целью экономии тепла, воздух для воздушно-тепловых завес забирается из кассового зала. Забираемый из кассового зала воздух поступает на калориферы, подогревается и вентилятором нагнетается в тамбур через жалюзийные решетки или сетки.

2 Нормативные Требования к ВТЗ.

Согласно СП 60.13330.2016 воздушные и воздушно-тепловые завесы следует предусматривать:

а) у постоянно открытых проемов в наружных стенах помещений, а также у ворот и проемов в наружных стенах, не имеющих тамбуров и открывающихся более пяти раз или не менее чем на 40 мин в смену, в районах с расчетной температурой наружного воздуха минус 15 °С и ниже (параметры Б);

б) у наружных дверей вестибюлей общественных и административно-бытовых зданий - в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха (параметры Б) и числа людей, проходящих через двери в течение 1 ч:

от минус 15 °С до минус 25 °С - 400 чел, и более;

от минус 26 °С до минус 40°С - 250 чел. и более;

ниже минус 40 °С - 100 чел. и более;

в) у наружных дверей зданий, если к вестибюлю примыкают помещения без тамбура, оборудованные системами кондиционирования;

г) у наружных дверей, ворот и проемов помещений с мокрым режимом;

д) у проемов во внутренних стенах и перегородках производственных помещений для предотвращения перетекания воздуха из одного помещения в другое;

е) у ворот, дверей и проемов помещений с кондиционированием по заданию на проектирование или по специальным технологическим требованиям.

СП 120.13330.2012 уточняет требования к ВТЗ в метрополитене:

Забор воздуха для ВТЗ следует предусматривать из помещения кассового зала вестибюля, подачу - в тамбур между двумя линиями дверей входов в кассовый зал. Допускаются иные схемы подачи и забора воздуха (вертикальной струей, односторонней подачей в тамбур и в кассовый зал), а также использование подвесных и напольных ВТЗ.

При горизонтальной подаче скорость воздуха в подающей решетке должна быть не более 6 м/с, низ решетки необходимо располагать на высоте 0,3 м от пола, верх - не выше 1,5 м.

При вертикальной подаче скорость воздуха определяют в зависимости от высоты расположения приточной решетки.

Трубную обвязку калорифера ВТЗ следует рассчитывать на подачу в тамбур воздуха температурой не выше 45 °С в объеме, обеспечивающем подогрев поступающего в кассовый зал наружного воздуха до температуры 10 °С.

При этом согласно СП 60.13330.2016 расход воздуха и теплоты воздушных и воздушно-тепловых завес периодического действия не следует учитывать в воздушном и тепловом балансах здания.

Также в СП 120.13330.2012 указано, что необходимость устройства воздушной или воздушно-тепловой завесы в порталах тоннелей следует устанавливать расчетом исходя из обеспечения в холодный период года температуры воздуха на ближайшей к порталу станции не ниже 5 °С.

3 Нормативные требования к применению теплонасосных систем.

Применение теплонасосных систем теплохладоснабжения обеспечивает повышение энергетической эффективности объектов московского метрополитена в части выработки и использования тепловой энергии и холода за счет утилизации низкопотенциального тепла вытяжного воздуха систем вентиляции и внутренних технологических тепловыделений, что позволит не только повысить степень автономности объектов метрополитена от городских тепловых сетей теплоснабжения и содействовать улучшению экологической ситуации в городе, но и повысить качество внутреннего микроклимата в технических и пассажирских помещениях.

СП 120.13330.2012 предписывает преимущественное использование тепловых насосов для тепло- и холодоснабжения объектов метрополитена: теплоснабжение вестибюлей станций и подогрев/охлаждение приточного воздуха тоннельных систем вентиляции следует осуществлять за счет теплонасосных систем теплохладоснабжения (ТСТ), использующих низкопотенциальное тепло вытяжного воздуха метрополитена, а при соответствующем обосновании - от городских распределительных тепловых сетей ТЭЦ, районных котельных, водяных или паровых котельных, предприятий или жилых зданий, а также от иных автономных источников тепла.

При этом разработку технических решений по использованию тепловых вторичных энергетических ресурсов следует выполнять по СП 60.13330.

Согласно СП 60.13330.2016 в системах теплоснабжения, отопления, вентиляции, кондиционирования воздуха и холодоснабжения зданий в целях реализации сбережения ископаемого топлива рекомендуется использовать теплоту:

а) систем оборотного водоснабжения и теплоты обратной воды систем централизованного теплоснабжения, а также тепловых насосов;

б) вторичных энергетических ресурсов (ВЭР):

- воздуха, удаляемого системами общеобменной вентиляции и местных отсосов;
- технологических процессов и установок, работающих постоянно или не менее 50% времени в смену;
- "серых" канализационных стоков и др;

в) возобновляемых источников энергии (ВИЭ):

- окружающего воздуха;
- поверхностных и более глубоких слоев грунта;
- грунтовых и геотермальных вод;
- теплоту водоемов и природных водных потоков;
- солнечной энергии и др.

При этом использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) для отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха, выбор схем утилизации теплоты (холода), теплоутилизационного оборудования, теплонасосных установок и прочего следует предусматривать с учетом неравномерности поступления теплоты ВИЭ и ВЭР, а также графиков теплопотребления в указанных системах.

В помещениях тепловых насосов следует предусматривать общеобменную вентиляцию, рассчитанную на удаление избытков теплоты.

При этом следует предусматривать системы вытяжной вентиляции с механическим побуждением, обеспечивающие при применении хладонов - не менее трех воздухообменов в час, а при аварии - пяти воздухообменов в час.

Помещения теплонасосных установок с хладагентом первой группы следует относить по пожарной опасности к категории Д.

Помещения, в которых размещают тепловые насосы с хладагентом хладон, следует относить по пожарной опасности к категории Д.

ЭКСПЕРТ-ПРОЕКТ

4 Функциональные требования к использованию теплонасосных систем для теплохладоснабжения ВТЗ в метрополитене.

Теплонасосное оборудование используется парокомпрессионного типа и должно быть предназначено для подготовки хладагента или теплоносителя.

Теплообменные аппараты (конденсаторы и испарители) типа хладон/воздух или хладон/вода, служащие для подвода и отвода тепла, могут быть как встроенными в конструкцию теплового насоса, так и поставляемыми отдельно, в т.ч. в составе приточных, приточно-вытяжных, вытяжных установок или воздушно-тепловых завес.

Выбор типа применяемого теплонасосного оборудования производить с учётом взаимного расположения источника тепловой энергии низкого температурного потенциала, теплонасосного оборудования и потребителей тепловой энергии и холода.

При выборе типа теплонасосного оборудования учитывать его технологические возможности с точки зрения длины и перепада высот хладоновых трасс, а также требования нормативных документов (в частности, СП 60.13330.2016 п. 9.1 и п. 9.9) к разрешённой единичной мощности теплонасосного оборудования и содержания загрязняющих веществ в воздухе, в том числе и при аварийных ситуациях.

В целях повышения коэффициента использования установленной мощности теплонасосного оборудования тепловые насосы могут быть установлены не на полную мощность теплоснабжения ВТЗ, а применяться совместно с пиковым доводчиком, включаемым в работу только в периоды низких температур наружного воздуха, и, как следствие, наиболее высоких нагрузок на ВТЗ.

В качестве источников тепловой энергии низкого температурного потенциала для работы тепловых насосов надлежит использовать:

- тепловой ресурс тоннельной и станционной вентиляции (теплоту вытяжного воздуха);
- тепловые избытки помещений с большими внутренними тепловыделениями: трансформаторных и распределительных залов, машинных залов, щитовых, серверных и т.п., одновременно обеспечив их охлаждение;
- тепло атмосферного воздуха;
- иные источники тепла в границах метрополитена.

Допускается использование тепла вытяжного воздуха, удаляемого через венткамеры наружных блоков кондиционеров.

Холод, вырабатываемый теплонасосной системой, может использоваться для:

- охлаждения помещений с большими внутренними тепловыделениями: трансформаторных и распределительных залов, машинных залов, щитовых, серверных и т.п.;
- кондиционирования (охлаждения) бытовых и технологических помещений;
- охлаждения приточного воздуха, подаваемого системами вентиляции в летний период;
- заградительного воздушного душирования для предотвращения перегрева вестибюлей в летний период (холодоснабжения воздушно-тепловых завес);
- охлаждения пассажирских помещений.

Сброс избытков тепла в летний период предусматривать:

- в поток вытяжного воздуха тоннельной или станционной вентиляции;
- в венткамеру наружных блоков кондиционеров;
- непосредственно в атмосферный воздух путём установки наружного блока теплового насоса на поверхности или в венткиоске.

Теплонасосное оборудование предусматривать с режимом реверсирования для обеспечения холодоснабжения потребителей в летний период.

Резервирование источников тепла и холода при использовании тепловых насосов выполнять в соответствии с требованиями действующих нормативных документов. При этом допускается резервирование источников теплоснабжения выполнять при помощи электронагревательного оборудования или иных источников тепловой энергии, в том числе от тепловой сети, а резервирование холодоснабжения - установкой кондиционеров или холодильных машин.

В составе теплонасосных систем в приоритетном порядке применять оборудование российского производства. Зарубежное оборудование допускается применять только в случае обоснованной необходимости при отсутствии российских аналогов.

5 Требования к размещению оборудования теплонасосных систем.

Выбор мест для размещения оборудования и компоновочных решений должен производиться из соображений максимальной компактности, минимальной протяжённости трасс и занимаемой площади.

Размещение теплонасосного оборудования производить таким образом, чтобы обеспечивалась возможность круглосуточного доступа к нему эксплуатационного персонала, но при этом исключался несанкционированный доступ посторонних лиц.

ШНСОЛ-ЛЕНБЕСТ

В качестве приоритетных мест размещения оборудования теплонасосных систем внутри помещений станционного комплекса рассматривать венткамеры и киоски приточной и вытяжной вентиляции, а также калориферные, помещения тепловых пунктов, насосные и т.п.

При необходимости допускается предусматривать специальные помещения для размещения оборудования теплонасосных систем.

При использовании теплового ресурса вытяжного воздуха тоннельной вентиляции предусматривать установку компрессорно-испарительного блока теплового насоса или теплообменника-утилизатора в вентиляционных каналах и шахтах тоннельной вентиляции или в помещении, примыкающем к вытяжной шахте тоннельной вентиляции, с обеспечением противопожарных мероприятий. При использовании тоннельного воздуха обеспечить его предварительную очистку в воздушном фильтре.

Теплонасосное или теплообменное оборудование для использования теплоты атмосферного воздуха или сброса избыточного тепла в атмосферный воздух в летнем режиме устанавливать на поверхности в составе венткиосков или в пристройках и помещениях иных выходящих на поверхность сооружений станционного комплекса (лестничных сходов, лифтовых шахт и т.п.)

Для снятия тепловых избытков трансформаторных и распределительных залов, машинных залов, щитовых, серверных и прочих помещений с высокими внутренними тепловыделениями установить в них испарители тепловых насосов или обеспечить подачу холода с использованием промежуточного теплоносителя, обеспечив при этом выполнение нормативных требований по электробезопасности.

Для теплоснабжения воздушно-тепловых завес в состав приточных вентиляционных установок включать теплообменник-подогреватель, соединённый с конденсатором теплового насоса или являющийся конденсатором теплового насоса.

Для охлаждения воздуха в летний период использовать, по возможности, тот же теплообменник, но для подачи холода от испарителя теплового насоса.

От теплообменников-охладителей, входящих в состав вентиляционных установок, обеспечить отвод конденсата в канализацию с разрывом струи. Решения по обеспечению отвода воды от оборудования утилизации приведены на чертежах АТПР ТН-М-0159-04.11, АТПР ТН-М-0159-04.12 и АТПР ТН-М-0159-04.11.13.

6 Требования к электроснабжению и автоматизации.

Электроснабжение обеспечить:

- электромеханического оборудования - по первой категории;
- системы управления - по особой группе первой категории.

АВР и систему бесперебойного гарантированного электроснабжения расположить в помещениях электро-механической службы.

Систему бесперебойного гарантированного электроснабжения оборудовать средствами контроля и регистрации параметров электрической сети.

Предусмотреть работу основного (теплонасосного) и вспомогательного оборудования (циркуляционных насосов, запорной и регулирующей арматуры контура теплоносителя, резервных источников тепла и холода) в автоматическом режиме.

Обеспечить оснащение средствами автоматической защиты от аварийных ситуаций в объёме требований действующих нормативных документов.

Оборудование автоматизации и управления основным и вспомогательным оборудованием разместить в шкафах управления, поставляемых в комплекте с основным оборудованием.

Автоматическая система диспетчерского управления выполняется в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Автоматическая система диспетчерского управления должна обеспечивать визуальное считывание технологических параметров и доступ к управлению теплонасосной системой в целом при помощи графического пользовательского интерфейса на базе общедоступных бесплатных программных продуктов. При этом система контроля и управления должна обеспечивать разграничение прав доступа к функционалу.

Контроллерное оборудование должно обеспечивать возможность доступа службы эксплуатации для перенастройки режимных параметров.

Применяемое программное обеспечение должно иметь русскоязычный интерфейс.

7 Требования безопасности.

Теплонасосная система должна отвечать требованиям действующих нормативных документов в части обеспечения электробезопасности, электромагнитной совместимости, пожарной безопасности и требованиям к применению хладонов.

Применяемое оборудование должно иметь необходимые сертификаты и прочие удостоверяющие качество документы в соответствии с действующим законодательством.

ГИПРОСЛАВ-ИНВЕСТ

Теплонасосная система должна быть обеспечена комплектом документации с регламентом технического обслуживания и действия при аварийных ситуациях.

Персонал, допущенный к работе с теплонасосным оборудованием, должен иметь соответствующую квалификацию и допуски, пройти инструктаж по технике безопасности и ознакомиться с эксплуатационной документацией на теплонасосную систему.

8 Расчётные параметры.

При проектирования воздушно-тепловых завес следует учитывать как параметры наружного воздуха, так и параметры воздуха в помещениях метрополитена.

Климатические параметры холодного периода года:

Температура воздуха наиболее холодных суток:

обеспеченностью 0,98% –минус 35 °С;

обеспеченностью 0,92% –минус 28 °С;

Температура наиболее холодной пятидневки:

обеспеченностью 0,98% – минус 29 °С;

обеспеченностью 0,92% – минус 25 °С;

Средняя температура наиболее холодного месяца - минус 7,8 °С.

Абсолютная минимальная температура воздуха - минус 31 °С (за период 1988-2010 гг.).

Количество осадков за ноябрь-март – 225 мм.

Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль – З.

Климатические параметры теплого периода года:

Температура воздуха:

обеспеченностью 0,95% – плюс 23 °С;

обеспеченностью 0,98% – плюс 26 °С;

Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца – плюс 23,5 °С.

Абсолютная максимальная температура воздуха - плюс 38 °С.

Количество осадков за апрель-октябрь – 465 мм.

Суточный максимум осадков – 63 мм.

Преобладающее направление ветра за июнь-август – З.

Расчетные параметры наружного воздуха:

Климатические данные района строительства: г. Москва.

Расчетные наружные температуры и энтальпии воздуха:

-для проектирования отопления и вентиляции tн = минус 25 °С; Jн = минус 24 кДж/кг;

-для проектирования вентиляции в летний период tн = 23 °С; Jн = 49,4 кДж/кг;

-для проектирования кондиционирования в летний период 26 °С; Jн = 52.6 кДж/кг;

Отопительный период:

-продолжительность 205 суток;

- средняя температура минус 3,1 °С.

Параметры внутреннего воздуха в помещениях:

Расчетная температура и влажность в обслуживаемой (рабочей) зоне помещений:

- в холодный период года: для кассового зала: tв=10 °С, относительная влажность не более 75%;

- в теплый период года: для помещений билетных касс tв=22 °С, относительная влажность 60%-40%.

При расчёте систем на основе тепловых насосов рекомендуется использовать сведения о фактических температурах в тоннелях и на платформах метрополитена:

Средняя температура вытяжного воздуха в самый холодный месяц	14,9 -16,9 °С;
Минимальная температура воздуха в самый холодный месяц	8,4 °С;
Максимальная температура воздуха в самый холодный месяц	20,1 °С;

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

Средняя относительная влажность вытяжного воздуха
в самый холодный месяц 40,1%;
Минимальная относительная влажность вытяжного воздуха
в самый холодный месяц 23,0%;
Максимальная относительная влажность вытяжного воздуха
в самый холодный месяц 57,0%.

При расчёте параметров системы утилизации тепла удаляемого воздуха рекомендуется учитывать следующие особенности.

Средняя температура воздуха в самый холодный месяц в метрополитене составляет от 14,9°С до 16,5 °С в зависимости от климатических условий при его относительной влажности 40-60%.

Удаляемый через наклонные ходы воздух может дополнительно нагреваться на 0,5-1,1 °С за счёт тепловыделений от пассажиров и механизмов эскалаторов.

На различных станциях средняя месячная температура удаляемого воздуха в самый холодный месяц составляет от 8,4 °С до 20,1 °С. Относительная влажность также изменяется в широких пределах: от 23% до 60%.

Подбор оборудования утилизации производится исходя из расхода и теплосодержания удаляемого через наклонные ходы воздуха. Объёмный расход вытяжного воздуха через один наклонный ход составляет, как правило, от 20 000 м3/ч до 40 000 м3/ч.

9 Технические и схемные решения по применению теплонасосного оборудования для теплоснабжения ВТЗ.

В настоящем Альбоме представлены решения для следующих вариантов применения тепловых насосов для теплоснабжения ВТЗ и размещения оборудования утилизации:

- утилизация теплоты воздуха в пешеходном переходе;
- утилизация теплоты воздуха в вытяжном венткиоске местной вентиляции;
- утилизация теплоты воздуха в венткиоске тоннельной вентиляции;
- утилизация теплоты воздуха в кассовом зале.

Утилизация теплоты воздуха в пешеходном переходе.

За счёт превышения количества приточного воздуха над вытяжным при работе тоннельной вентиляции через наклонные ходы и кассовый зал, а затем и через подземные пешеходные переходы удаляется воздух, уже подогретый при прохождении тоннелей и станции. Теплоты этого воздуха возможно утилизировать с целью обеспечения теплоснабжения ВТЗ входных групп и поддержания требуемого температурного режима в помещении кассового зала.

Для теплоснабжения ВТЗ при помощи тепловых насосов, использующих теплоту воздуха в пешеходном переходе, устраивают помещение, примыкающее к пешеходному переходу напротив входной группы или неподалёку от неё. В данном помещении размещают теплонасосное оборудование и оборудование системы утилизации.

Для утилизации теплоты воздуха в пешеходном переходе осуществляют его забор в точке, максимально приближенной к входной группе, поскольку там воздух имеет наибольший температурный потенциал. Далее его направляют в теплообменник-утилизатор, соединённый с испарителем теплового насоса, или непосредственно в воздушный испаритель, в которых производится отбор теплоты и охлаждение воздуха. Охлаждённый воздух далее возвращается в пешеходный переход ближе к выходу на поверхность. Воздуховоды и оборудование систему утилизации укрывают тепловой изоляцией для исключения образования конденсата на их поверхностях.

Рисунок 04.1 демонстрирует процесс изменения состояния воздуха в установке утилизации, представленный на I-d диаграмме.

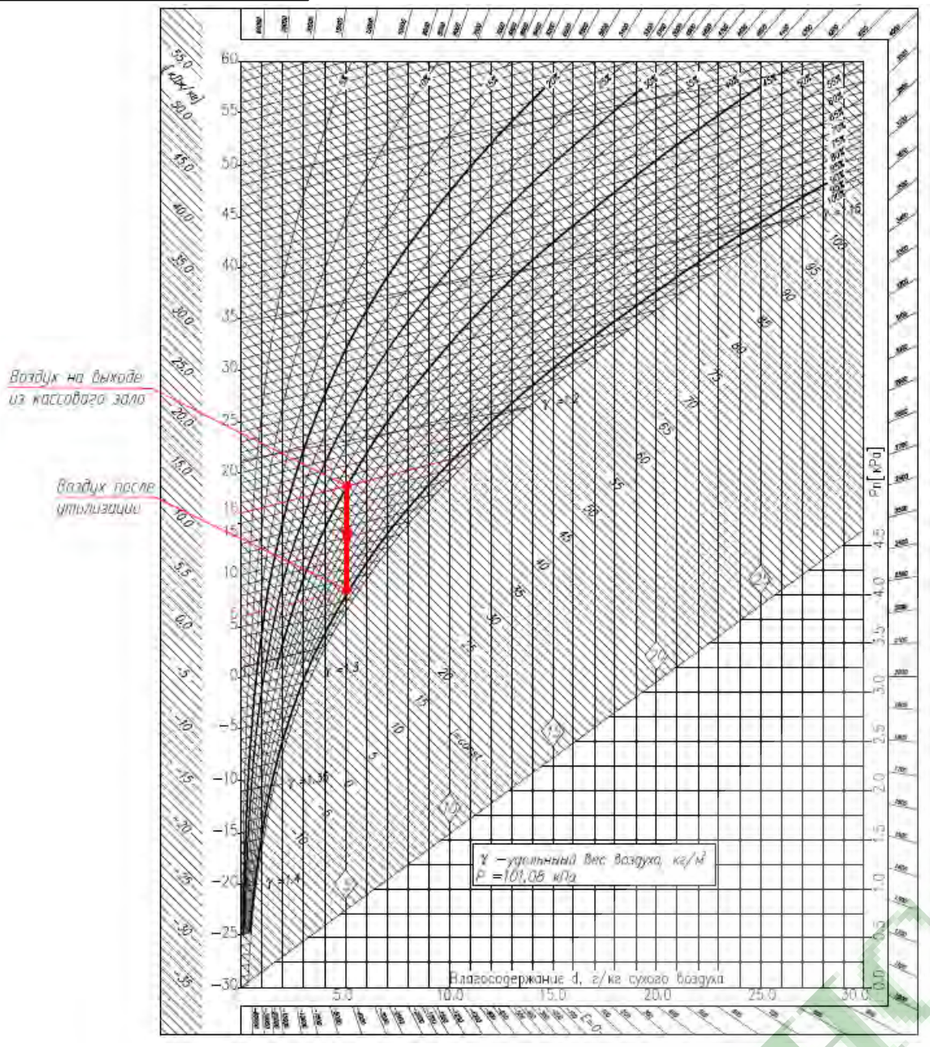


Рисунок 04.1 Процесс изменения состояния воздуха в установке утилизации.

В состав вентиляционной установки тепловой завесы устанавливают калориферы, соединённые с конденсаторами тепловых насосов, или сами конденсаторы. Между теплонасосным оборудованием и вентустановкой ВТЗ прокладывают соответствующие коммуникации (водяные или хладоновые) и укрывают их тепловой изоляцией для сокращения потерь тепла.

В летнем режиме теплонасосная система может быть реверсирована для обеспечения холодоснабжения ВТЗ, кассового зала или других потребителей холода.

На чертежах АТПР ТН-М-0159-04.01 - АТПР ТН-М-0159-04.05 представлены технические и схемные решения для варианта использования тепловых насосов типа вода/вода.

Утилизация теплоты воздуха в вытяжном венткиоске местной вентиляции.

Поскольку большинство сооружений метрополитена - подземные, для обеспечения жизнедеятельности людей данные сооружения должны вентилироваться. Так, на новых станциях насчитывается до нескольких десятков местных вентиляционных систем, обслуживающих отдельные помещения или их группы, причём тепловая мощность, требуемая для подогрева приточного воздуха, на различных станциях колеблется от 1,4 до 2,5 МВт. Далее этот воздух, уже подогретый в приточных установках и за счёт имеющихся внутренних тепловыделений от оборудования и пассажиров, удаляется через вытяжные венткиоски местными системами вытяжной вентиляции.

Тепло, теряемое вместе с вытяжным воздухом, также может быть утилизировано. Для этого в вытяжных киосках местной вентиляции могут быть установлены тепловые насосы. Воздух, удаляемый местными вытяжными системами, по подземному вентканалу, в котором собраны воздуховоды от отдельных вытяжных вентсистем, подаётся в венткиоск, где подхватывается вентиляторами тепловых насосов, проходит через их теплообменники-испарители (или через теплообменники-утилизаторы, если в системе утилизации используется промежуточный теплоноситель), при помощи которых охлаждается, и затем через жалюзи венткиоска выбрасывается в атмосферу.

Рисунок 04.2 и Рисунок 04.3 демонстрируют результаты математического моделирования полей скоростей и температур для данного варианта размещения теплонасосного оборудования. Результаты моделирования показывают, что при неработающих вентиляторах тепловых насосов может наблюдаться незначительное (до 100 Па) падение давления по сравнению со случаем, когда тепловые насосы в киоске отсутствуют. В случае, когда тепловые насосы работают, образуется дополнительная тяга для движения воздуха, варьирующаяся в зависимости от режима работы вентиляторов тепловых насосов.

При работающих тепловых насосах средняя температура выбросного воздуха из вентиляционного киска остаётся положительной даже при врывании уличного воздуха. При моделировании принимались следующие условия: температура вытяжного воздуха не более 16 °С, температура наружного воздуха минус 20 °С.

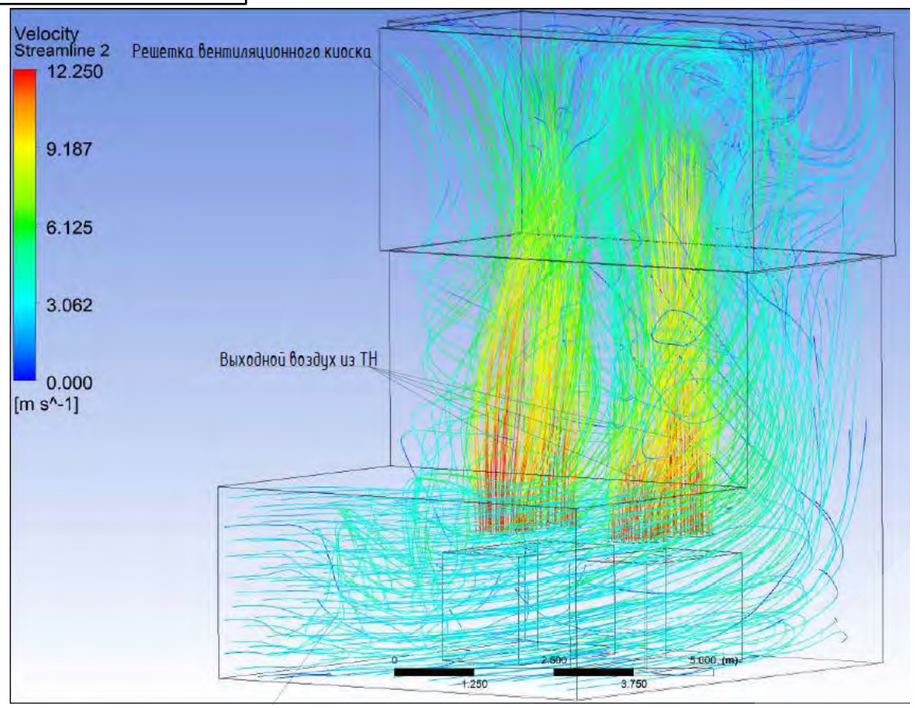


Рисунок 04.2 Распределение скоростей внутри венткиоска при работающих вентиляторах тепловых насосов.

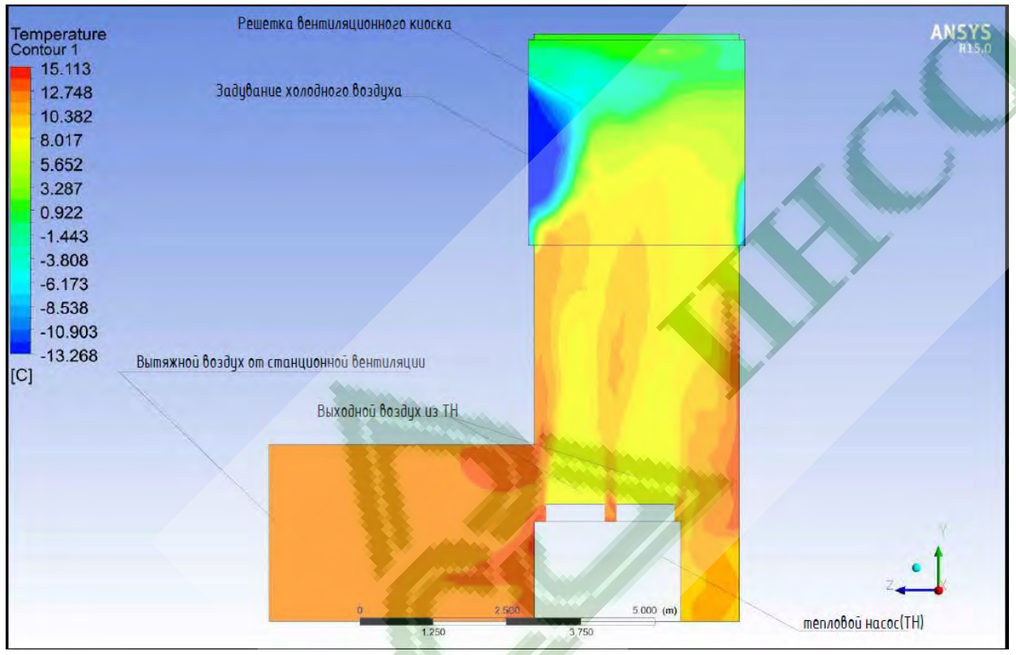


Рисунок 04.3 Распределение температур внутри венткиоска при работающих тепловых насосах.

Архитектурный облик венткиосков при установке в низ теплонасосного оборудования в большинстве случаев остаётся неизменным. Незначительные изменения возможны в том случае, если для более полной утилизации теплоты вытяжного воздуха требуется установить тепловые насосы в количестве, не позволяющем разместить их внутри киоска в уровне земли или в уровне вентканала. Тогда возможен вариант размещения оборудования, показанный на чертеже АТПР ТН-М-0159-04.10 слева.

Требования к вентустановке ВТЗ и соединительным коммуникациям аналогичны описанным для предыдущего варианта утилизации.

В летнем режиме теплонасосная система может быть реверсирована для обеспечения холодоснабжения ВТЗ, кассового зала или других потребителей холода. При этом тепло с конденсаторов тепловых насосов будет выбрасываться непосредственно в атмосферу, что позволит сократить площадь подземных помещений станции, предназначенных для установки наружных блоков кондиционеров.

На чертежах АТПР ТН-М-0159-04.06 - АТПР ТН-М-0159-04.10 представлены технические и схемные решения для варианта использования тепловых насосов типа воздух/воздух, у которых конденсатор установлен непосредственно в составе вентагрегата ВТЗ.

На чертежах АТПР ТН-М-0159-04.11 - АТПР ТН-М-0159-04.13 приведены решения по отводу конденсата, образующегося при утилизации теплоты вытяжного воздуха.

Утилизация теплоты воздуха в венткиоске тоннельной вентиляции.

Через пристанционные киски тоннельной вентиляции удаляются значительные объёмы воздуха (сотни тысяч кубических метров воздуха в час), предварительно нагревшегося при движении по тоннелю за счёт теплопритоков от грунта, а также за счёт имеющихся в тоннелях внутренних тепловыделений от подвижного состава, освещения и т.п.

Для утилизации теплоты воздуха, удаляемого системой тоннельной вентиляции, предлагается организовать дополнительное помещение, примыкающее к вентканалу тоннельной вентиляции, и отделённое от него перегородкой, в которой установлены воздушные фильтры, предохраняющие теплообменные поверхности оборудования от загрязнения пылью и иными взвесями, содержащимися в вытяжном воздухе. Внутри помещения размещаются тепловые насосы, отбирающие тепло от вытяжного воздуха. Охлаждённый воздух затем возвращается в вентканал тоннельной вентиляции, причём выпускные воздуховоды теплонасосной системы ориентированы по направлению к выходу вентканала на поверхность.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

В летнем режиме теплонасосная система может быть реверсирована для обеспечения холодоснабжения потребителей холода, имеющихся на станции. При этом тепло с конденсаторов тепловых насосов будет выноситься потоком вытяжного воздуха непосредственно в атмосферу.

На чертежах АТПР ТН-М-0159-04.14 - АТПР ТН-М-0159-04.16 представлены технические и схемные решения для данного варианта использования теплонасосного оборудования.

Утилизация теплоты воздуха в кассовом зале.

Рассмотрен вариант утилизации тепла воздуха не из пешеходного перехода, а непосредственно из кассового зала.

В помещении калориферной, расположенном под входной группой, помимо вентустановок ВТЗ размещается также установка утилизации, содержащая встроенные испарители тепловых насосов. При этом конденсаторы тепловых насосов устанавливаются в составе вентагрегатов ВТЗ. Воздух, прошедший через вентустановку утилизации, выбрасывается наружу.

Рисунок 04.4 демонстрирует процесс изменения состояния воздуха в вентустановке ВТЗ с теплонасосным нагревом и пиковым электродоводчиком в расчётный период, представленный на I-d диаграмме.

На чертежах АТПР ТН-М-0159-04.17 - АТПР ТН-М-0159-04.22 представлены технические и схемные решения для данного варианта использования теплонасосного оборудования.

10 Холодоснабжение

В летнем режиме теплонасосная система может быть использована для обеспечения холодоснабжения потребителей холода, имеющихся на станции.

Пример решений по холодоснабжению отдельных потребителей представлен в разделе "Утилизация теплоты воздуха в кассовом зале". В качестве таких потребителей рассмотрены:

- кассовый зал;
- приточные вентсистемы машинного зала;
- серверные;
- ЛАЦ;
- радиоузел;
- кроссовая;
- помещения с пребыванием людей.

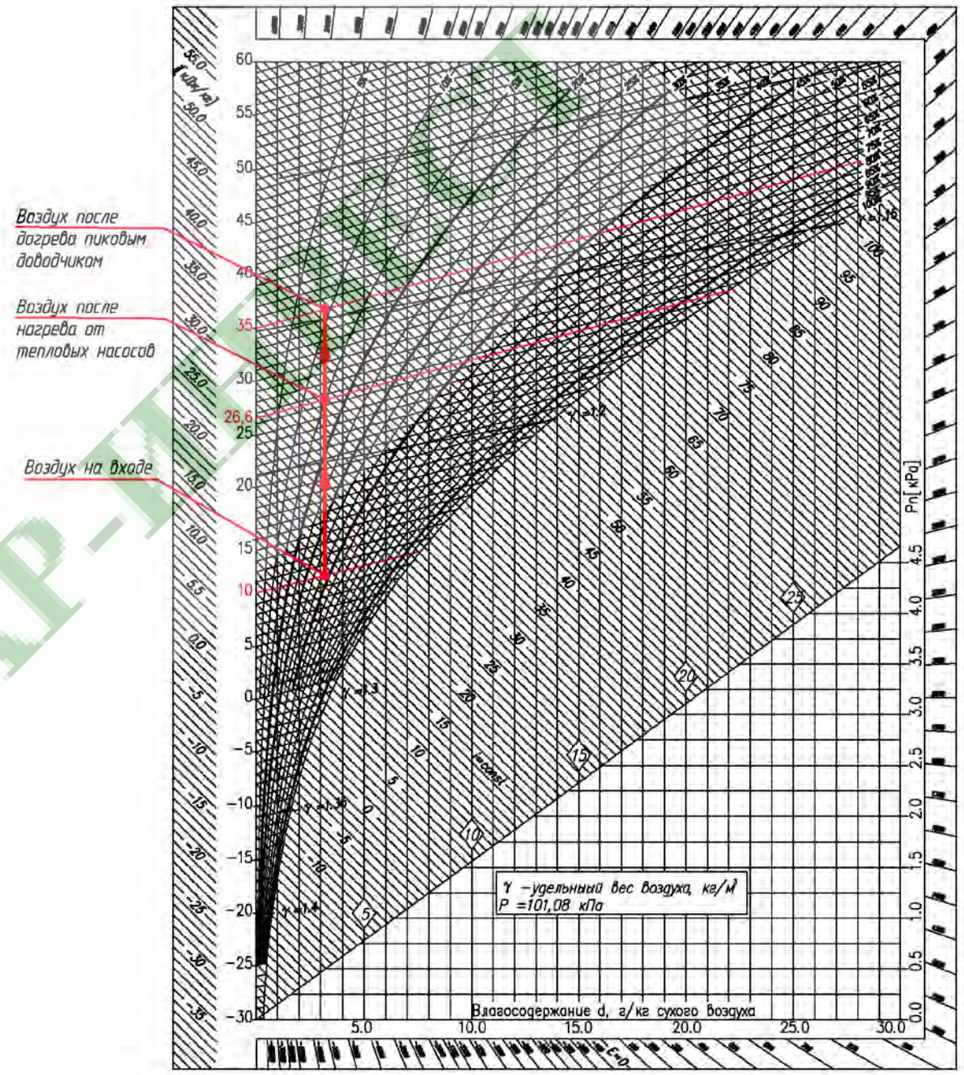


Рисунок 04.4 Процесс изменения состояния воздуха в вентустановке ВТЗ с теплонасосным нагревом и пиковым электродоводчиком в расчётный период.

Выбор обслуживаемых теплонасосной системой потребителей холода следует проводить учитывая конструктивную возможность прокладки трубопроводов и воздуховодов. При выборе учитывать такие характеристики потребителей холода как одновременность работы, необходимость резервирования и пр.

В режиме холодоснабжения тепловые насосы реверсируются, и сброс тела с конденсаторов производится при помощи вентустановки утилизации, удаляющей нагретый воздух наружу.

В представленные в Альбоме технические решения по холодоснабжению потребителей, расположенных вблизи калориферной, базируются на применении тепловых насосов, имеющих как воздушный, так и водяной испарители. Такое оборудование производится отечественными предприятиями.

В летнем режиме, когда требуется только холодоснабжение, тепловой насос переключается в положение, когда работает водяной испаритель,а тепло отводится через воздушный теплообменник, входящий в состав в вентустановки утилизации и в данном режиме выполняющий функцию конденсатора.

Охлаждённый в водяном испарителе теплоноситель поступает в гидравлический модуль, содержащий циркуляционные насосы и аккумулирующий бак, откуда раздаётся по потребителям. Гидромодуль предпочтительно размещать в том же помещении, где установлены тепловые насосы, но в случае нехватки площадей допускается гидравлическую часть устанавливать в других пригодных для данных целей помещениях.

Потребление холода от проектируемой системы может быть круглогодичным. Теплонасосная система может при необходимости одновременно обеспечивать теплоснабжение ВТЗ и холодоснабжение потребителей.

В помещениях, в которых нет ограничений по прокладке водяных коммуникаций, в качестве охладительных приборов могут использоваться вентиляторные доводчики (фанкойлы) настенного типа, а в помещениях, где запрещено наличие воды,– вентиляторные доводчики канального типа с размещением снаружи помещения (Рисунок 04.5).

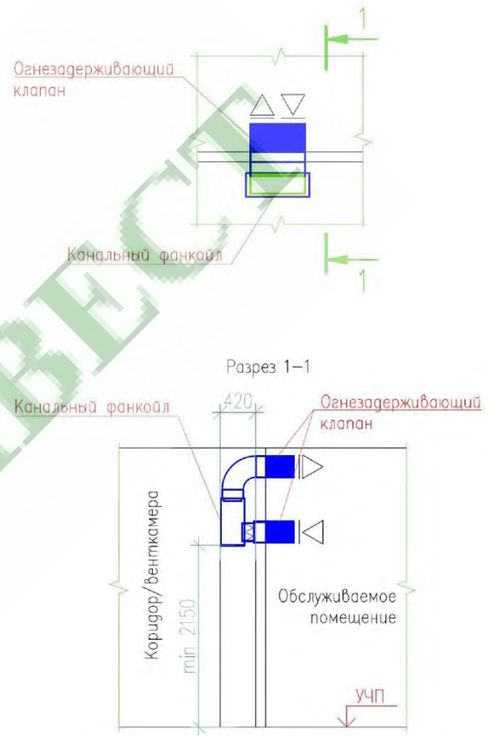


Рисунок 04.5 Размещение канального фанкойла снаружи обслуживаемого помещения.

Для охлаждения воздуха в кассовом зале в ответвлении воздушного канала воздушно-тепловой завесы, идущем в кассовый зал, установлен водяной канальный воздухоохладитель. Воздухоохладитель подсоединен к системе водяного охлаждения тепловых насосов. Переключение подачи воздуха в ВТЗ (зимний режим) или кассовый зал (летний режим) осуществляется при помощи воздушных клапанов с ручным или автоматическим регулированием.

11 Особенности ВТЗ порталов.

Портальные завесы могут быть с подогревом (воздушно-тепловые завесы) или без подогрева (воздушные завесы). Воздушно-тепловые завесы сооружаются, когда поток холодного воздуха нельзя прервать полностью, когда холодный воздух может обдувать людей или когда не допускается образование льда. Воздушные завесы сооружаются там, где можно прервать поток воздуха или когда поток холодного воздуха никого не беспокоит.

Для того, чтобы обеспечить температуру порядка 5 °С на станциях, лежащих вблизи открытых порталов (ближе 500 м), требуется подогревать холодный воздух, поступающий на станцию со стороны порталов.

ШНСОЛАР-ИНВЕСТ

Подогрев холодного воздуха иногда осуществляют только в одном тоннеле, затем его смешивают с теплым подогретым воздухом, забираемым из другого тоннеля, по которому воздух уходит со станции.

Размещать завесы следует не ближе 30-40 м от портала, чтобы избежать влияния на завесу бокового ветра.

Теплоснабжение ВТЗ портала может быть решено путём установки нескольких вентсистем, из которых меньшая часть работает на портал I пути (по которому поезда покидают тоннель), а большая часть - на портал II пути (по которому поезда въезжают в тоннель).

С целью снижения расхода энергии на теплоснабжение ВТЗ портала при сохранении требуемой температуры на станции рекомендуется следующие решения.

1. Снижение производительности станционной установки тоннельной вентиляции в пределах действующих нормам. В таком случае воздух, приходящий по тоннелю с предыдущей станции, будет проходить через платформенный зал рассматриваемой станции и поддерживать температурный режим на её платформе. Далее этот воздух будет удаляться через портал, снижая возможность для поступления наружного воздуха в периоды отсутствия прохождения поездов через портал.
   В случае пожара установка тоннельной вентиляции рассматриваемой станции должна работать в соответствующем режиме.
2. Применить односторонние тепловые завесы с обеспечением частичной рециркуляции воздуха через установки ВТЗ за счёт того, что воздух будет забираться у противоположной стороны тоннеля и вновь подаваться на подогрев. Таким образом на подогрев будет поступать не холодный наружный воздух, а частично нагретый воздух, образованный смесью наружного, тоннельного воздуха и воздуха, подаваемого самой ВТЗ.
   Поскольку для двухсторонних завес требуется больше воздуха, чем для односторонних, использование односторонних завес позволит не только повторно использовать нагретый воздух, но и сократить количество нагреваемого воздуха, что приведёт к существенному снижению мощности калориферов и энергопотребления на подогрев воздуха в ВТЗ.
3. Забор воздуха, подаваемого в ВТЗ, возможно осуществлять со стороны I пути (по которому поезда покидают тоннель) или из циркуляционной сбойки. Таким образом на подогрев воздух будет подаваться не с температурой окружающей среды, а с температурой воздуха в тоннеле, которая существенно выше. Таким образом для подачи подогретого воздуха будет использоваться отработанный (тёплый) воздух, выталкиваемый поездами наружу из тоннеля I пути до его смешивания или охлаждения воздухом, поступающим по II пути.
4. Предложенные решения могут быть скомбинированы. В этом случае энергосберегающий эффект будет наибольшим.

Для теплоснабжения ВТЗ портала за счёт тепловых насосов в качестве источника тепловой энергии низкого температурного потенциала может быть использован воздух, покидающий тоннели через портал. Данное решение может быть реализовано путём организации между срезом портала и сечением, в котором установлена ВТЗ, аналогичной системы, через которую бы циркулировал охлаждаемый воздух. Иными словами, ближе к срезу портала можно установить "холодную" одностороннюю воздушную завесу, которая бы забирала воздух (смесь наружного воздуха и воздуха, подаваемого ВТЗ), охлаждала его при помощи тепловых насосов, и потом, уже охлаждённым, опять подавала бы через одностороннюю воздушную завесу, обеспечивая дополнительную отсечку врывающегося с улицы воздуха. В таком случае в портале получаются 2 завесы - сначала холодная, при помощи которой осуществляется утилизация тепла тоннельного воздуха и, частично, воздуха, подогретого в ВТЗ, а затем собственно ВТЗ, которая обеспечивает второй уровень защиты от врывания и поддержание температурного режима на станции.

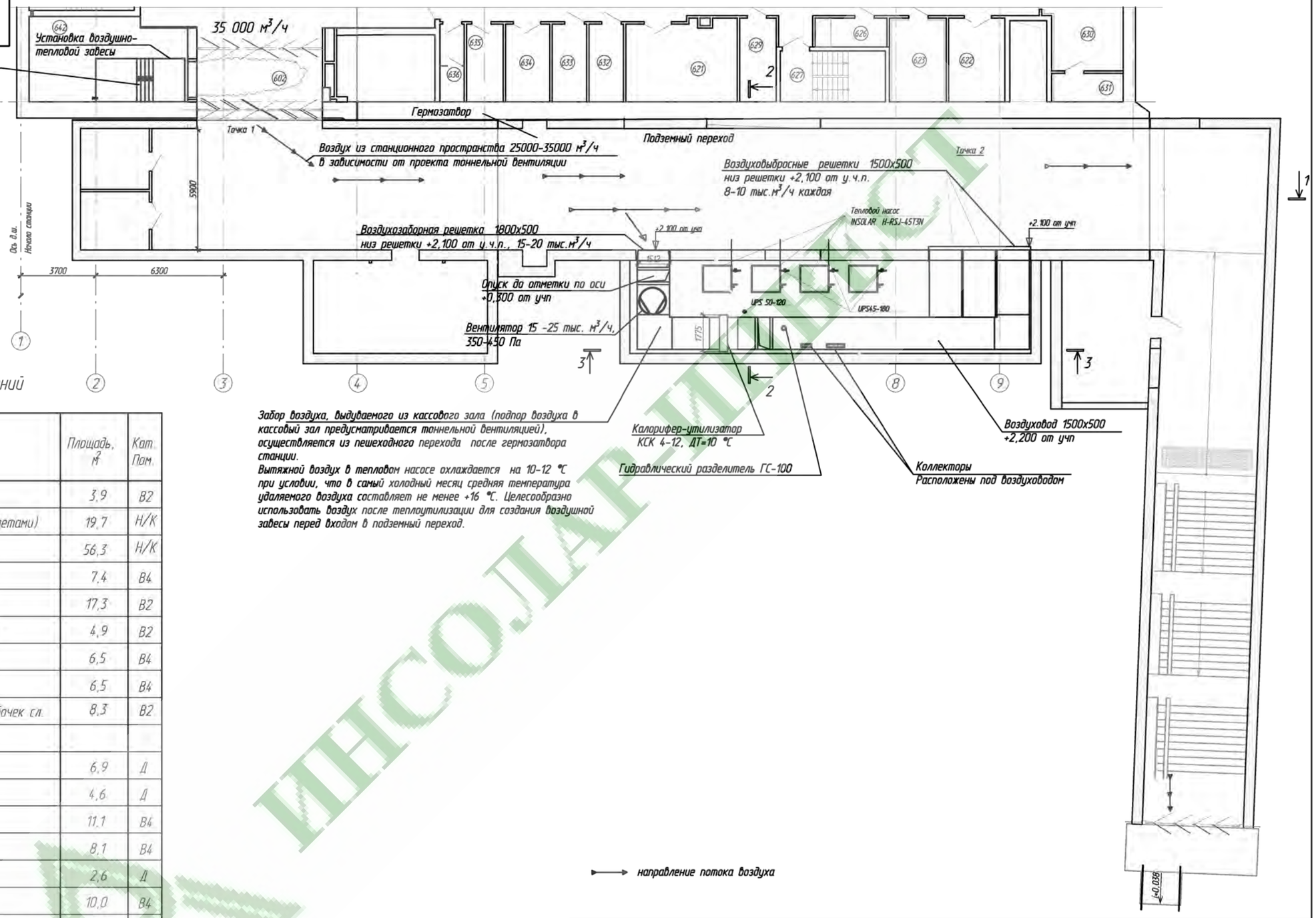
Утилизированное тепло можно использовать в тепловых насосах. При этом испаритель теплового насоса следует включать в состав вентустановки "холодной" завесы, а конденсатор - в состав вентустановок ВТЗ.

В качестве альтернативного варианта можно рассмотреть забор воздуха со стороны I пути или из циркуляционной сбойки, его охлаждение в тепловом насосе и последующий выпуск в атмосферу.

Тепловая мощность теплового насоса, отдаваемая в ВТЗ, будет определяться параметрами (количеством и температурой) воздуха, используемого в качестве источника тепла.

ЭКСПОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-04.01



Экспликация помещений

Номер поме-щения	Наименование	Площадь, м²	Кат. Пом.
626	Аппаратная СС	3,9	В2
627	Лестница ? 2 (все марши между пролетами)	19,7	Н/К
628	Коридор	56,3	Н/К
629	Щитовая освещения	7,4	В4
630	Кабинет начальника станции сл.Д	17,3	В2
631	Кладовая начальника станции (сл.Д)	4,9	В2
632	Щитовая ВК	6,5	В4
633	Щитовая электрооборудования	6,5	В4
634	Кладовая для хранения вышек и тумбочек сл.	8,3	В2
	пассажирских обустройств		
635	Кубовая	6,9	Д
636	Санузел	4,6	Д
637	Помещение полиции	11,1	В4
638	Помещение для задержанных	8,1	В4
639	Санузел полиции	2,6	Д
640	Комната приема пищи полиции	10,0	В4
641	Кладовая поручней эскалаторов и агрегата	7,0	В2
	вулканизации сл.ЭС		
642	Калориферная	16,6	В4
643	Тамбур	3,1	Н/К
644	Лестница ?3 (все марши между пролетами)	19,7	Н/К
698	Венткамера ДУ	12,1	В4
704	Служебный мостик	19,8	Н/К
	Итого	1113,5	

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Феоктистов			
Пров.		Юрченко			
Утв.		Горнов			

АТПР ТН-М-0159-04.01

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес

Стадия	Лист	Листов
	33	56

План размещения основного оборудования. М 1:200

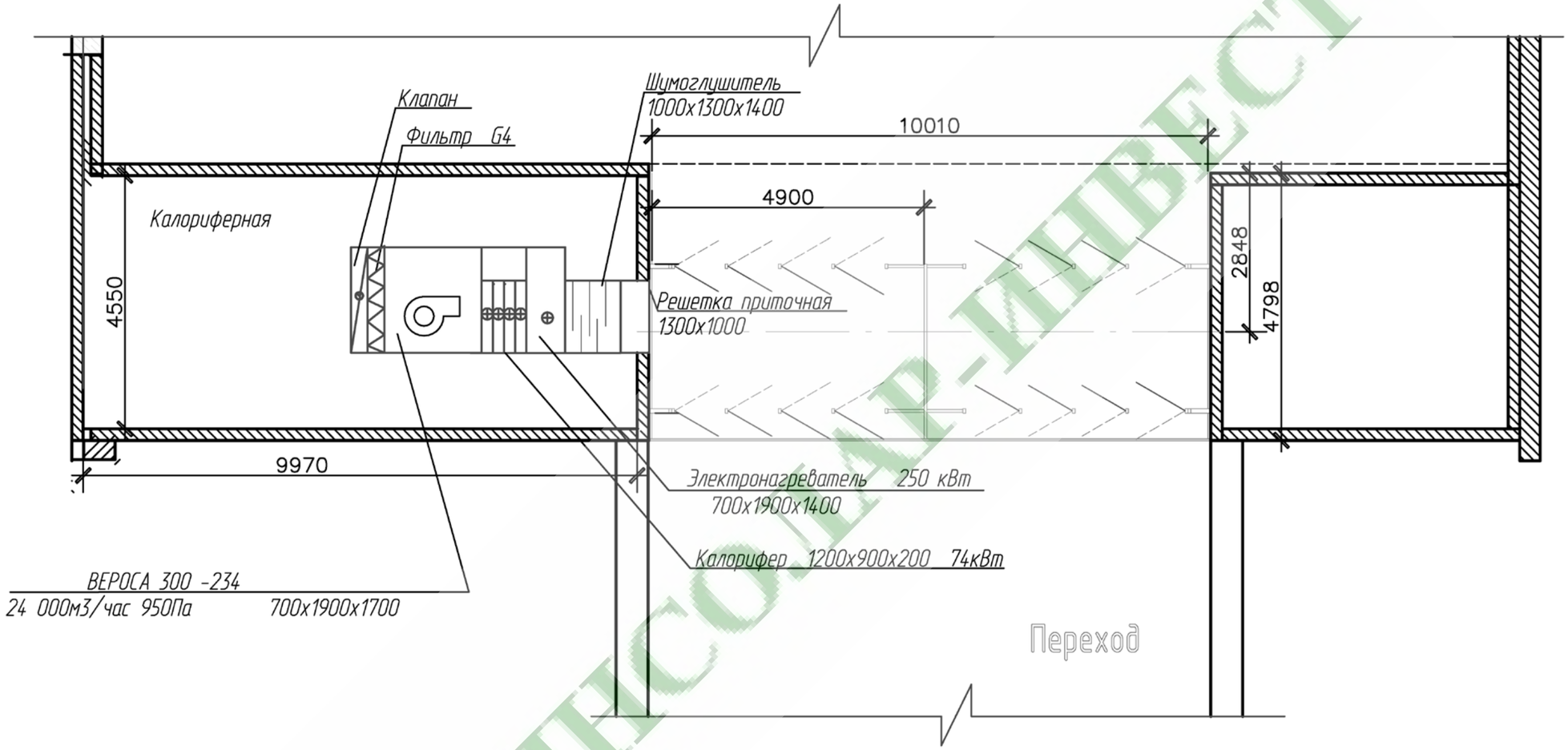
ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Формат А3

Перв. прим. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. №дубл. | Взам.инв. № | Подп. и дата | Инв. №подл.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-04.02



ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

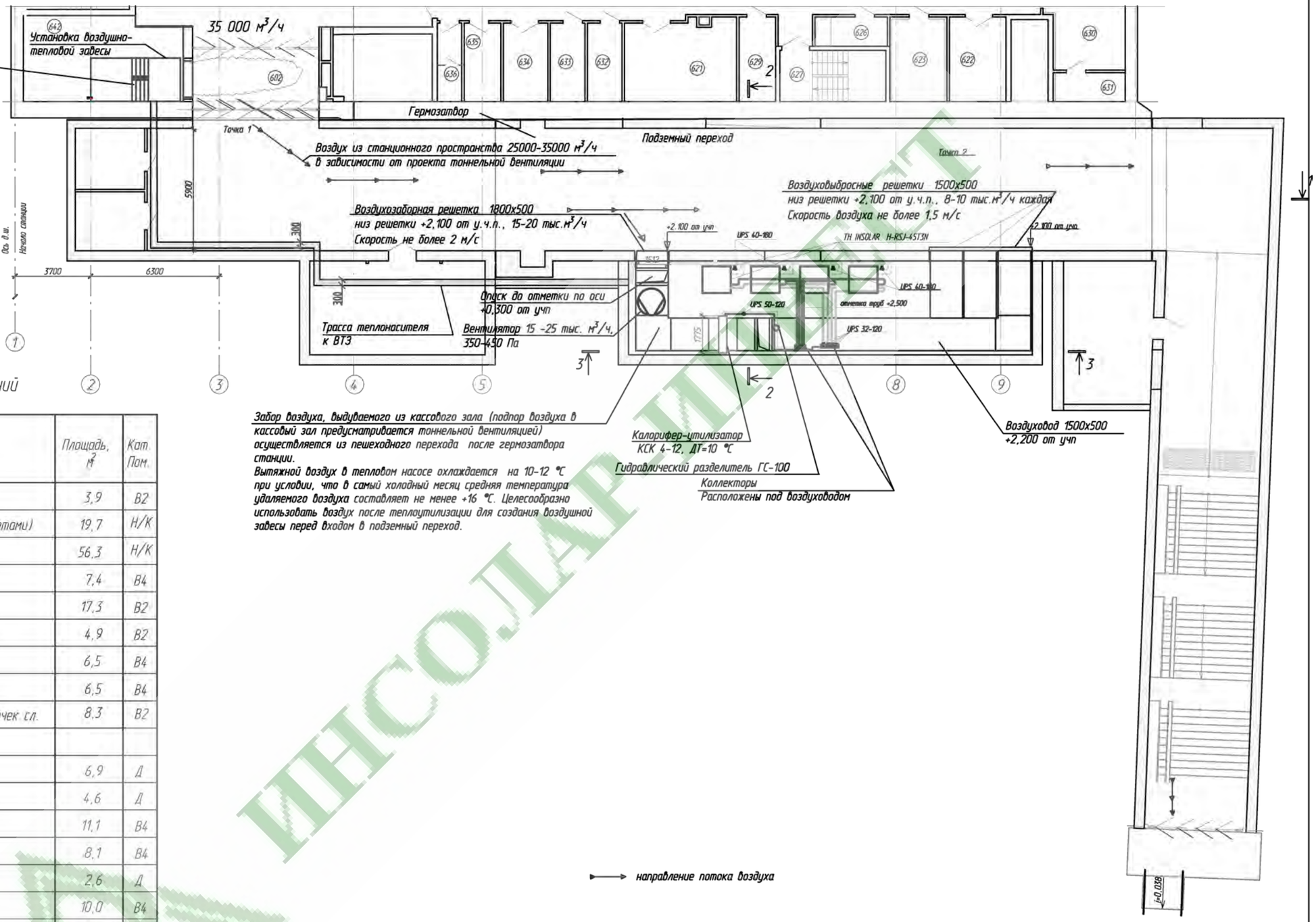
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-04.02		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист 34 / Листов 56
Пров.		Юрченко						
Утв.		Горнов				План калориферной в уровне кассового зала. М 1:100	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	

Формат А3

Перв. прим. | Справ. №

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

АТПР ТН-М-0159-04.03



Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. Пом.
626	Аппаратная СС	3,9	В2
627	Лестница ? 2 (Все марши между пролетами)	19,7	Н/К
628	Коридор	56,3	Н/К
629	Щитовая освещения	7,4	В4
630	Кабинет начальника станции сл.Д	17,3	В2
631	Кладовая начальника станции (сл.Д)	4,9	В2
632	Щитовая вк	6,5	В4
633	Щитовая электрооборудования	6,5	В4
634	Кладовая для хранения вышек и тумбочек сл.	8,3	В2
	пассажирских обустройств		
635	Кубовая	6,9	Д
636	Санузел	4,6	Д
637	Помещение полиции	11,1	В4
638	Помещение для задержанных	8,1	В4
639	Санузел полиции	2,6	Д
640	Комната приема пищи полиции	10,0	В4
641	Кладовая поручней эскалаторов и агрегата	7,0	В2
	вулканизации сл.ЭС		
642	Калориферная	16,6	В4
643	Тамбур	3,1	Н/К
644	Лестница ?3 (Все марши между пролетами)	19,7	Н/К
698	Венткамера ДУ	12,1	В4
704	Служебный мостик	19,8	Н/К
	Итого	1113,5	

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Феоктистов			
Пров.		Юрченко			
Утв.		Горнов			

АТПР ТН-М-0159-04.03

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес

Стадия	Лист	Листов
	35	56

План размещения основного оборудования с трубопроводами. М 1:200

ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Формат А3

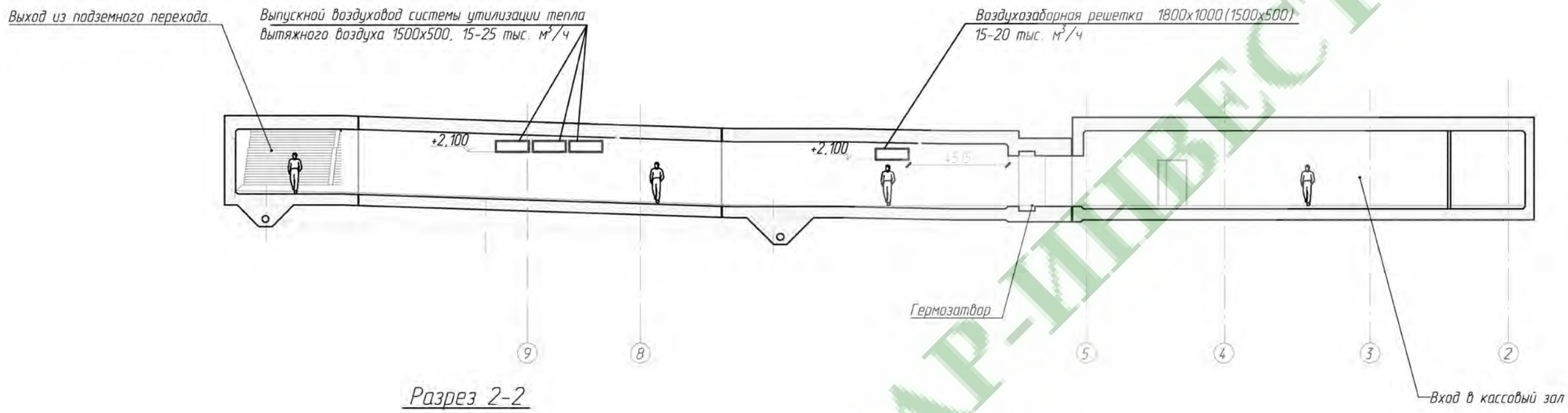
Перв. прим. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. №дубл. | Взам.инв. № | Подп. и дата | Инв. №подл.

ИНСОЛАР ИНВЕСТ

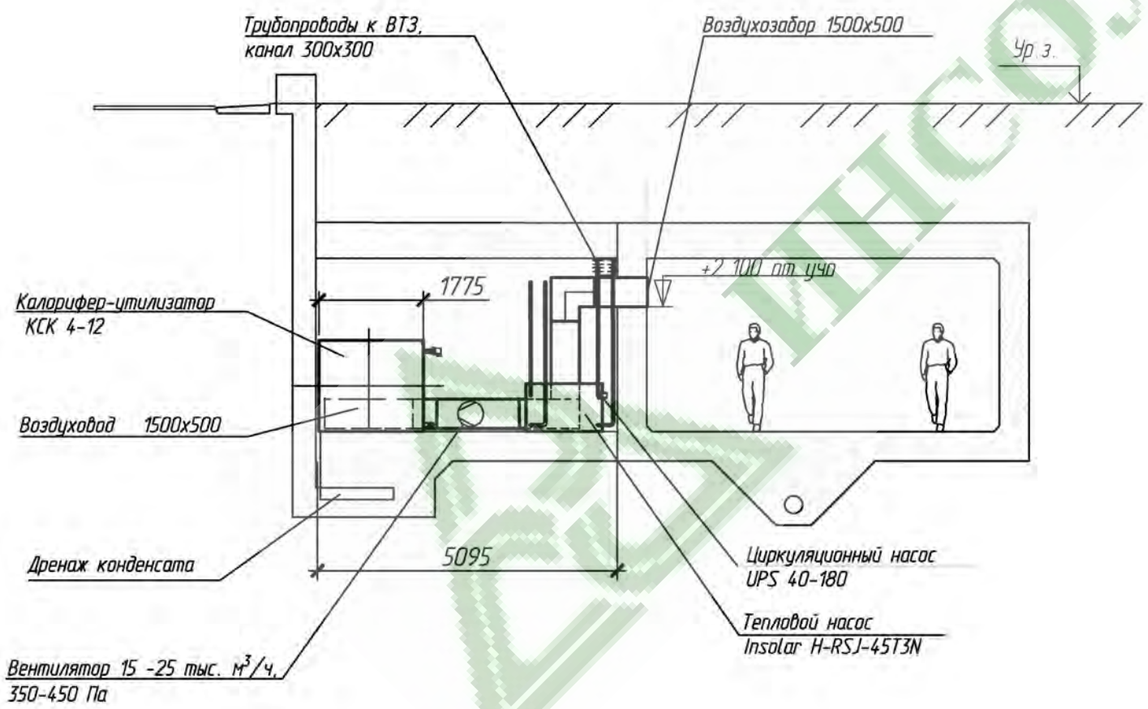
Перв. прим.

Справ. №

Разрез 1-1



Разрез 2-2



Подп. и дата

Инв. №дубл.

Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подп.

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-04.03	Лист 36

Формат А3

ДЕЛЬТА ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

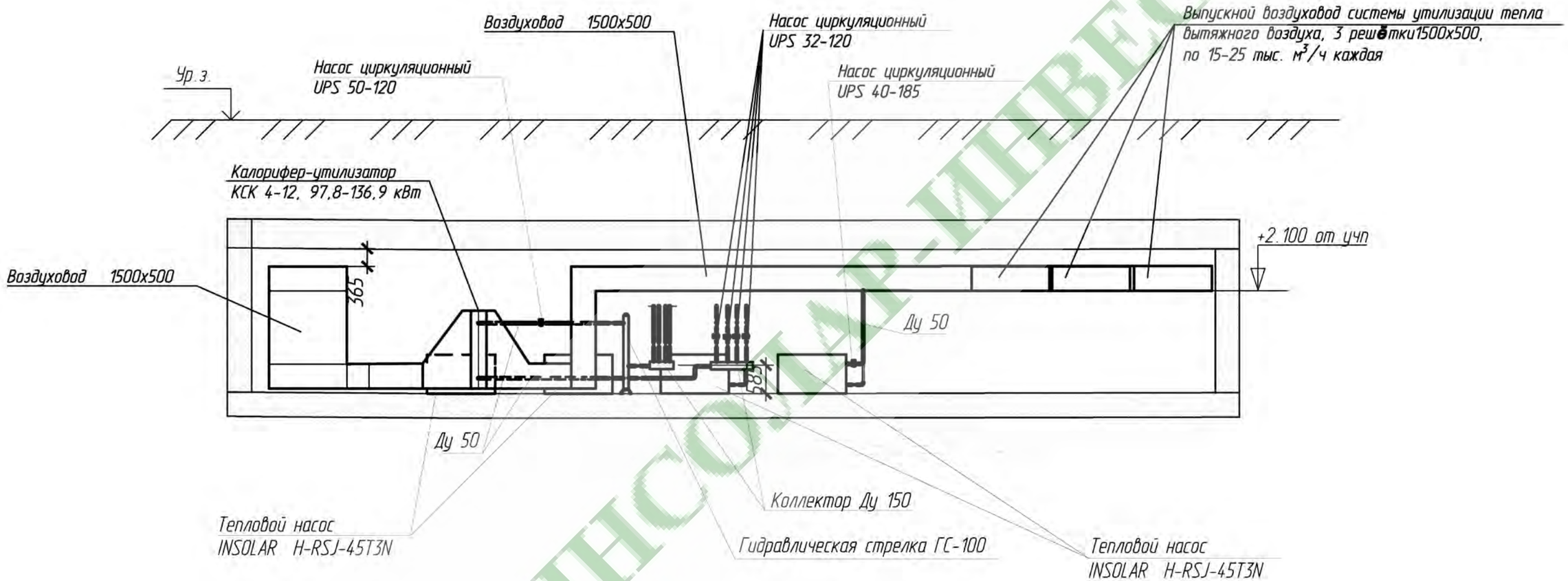
Инв. №дубл.

Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

Разрез 3-3



Примечание:
Калорифер-утилизатор КСк 4-12:
Пропускная способность до 30 000 м³/ч,
Мощность утилизации до 300 кВт.

Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-04.03	Лист 37

Формат А3

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

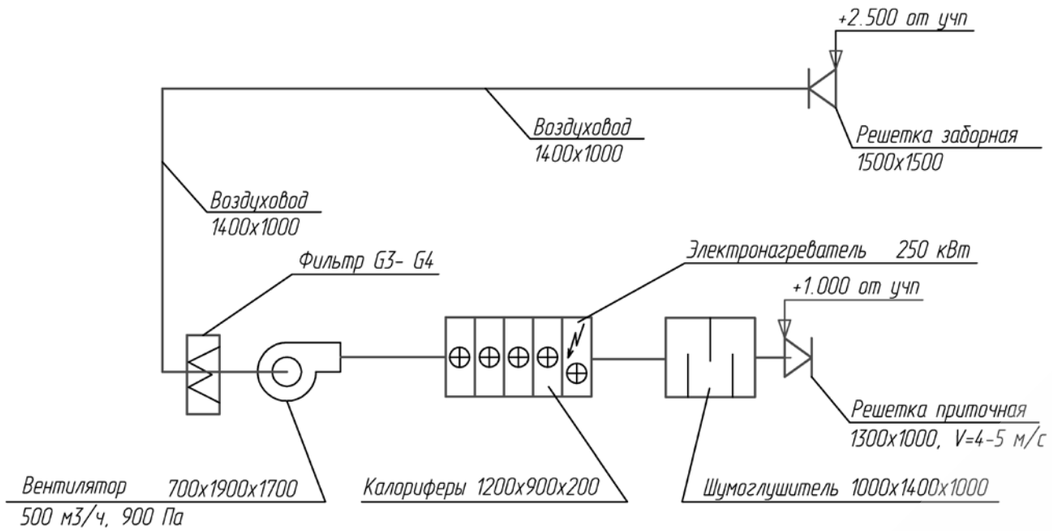
Инв. №дубл.

Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

Схема воздушно-тепловой завесы



Тепломеханическая схема теплоснабжения ВТЗ

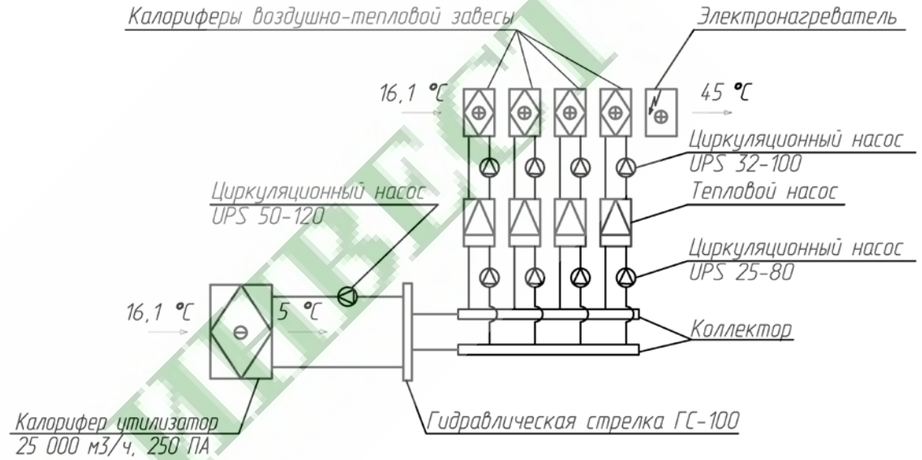
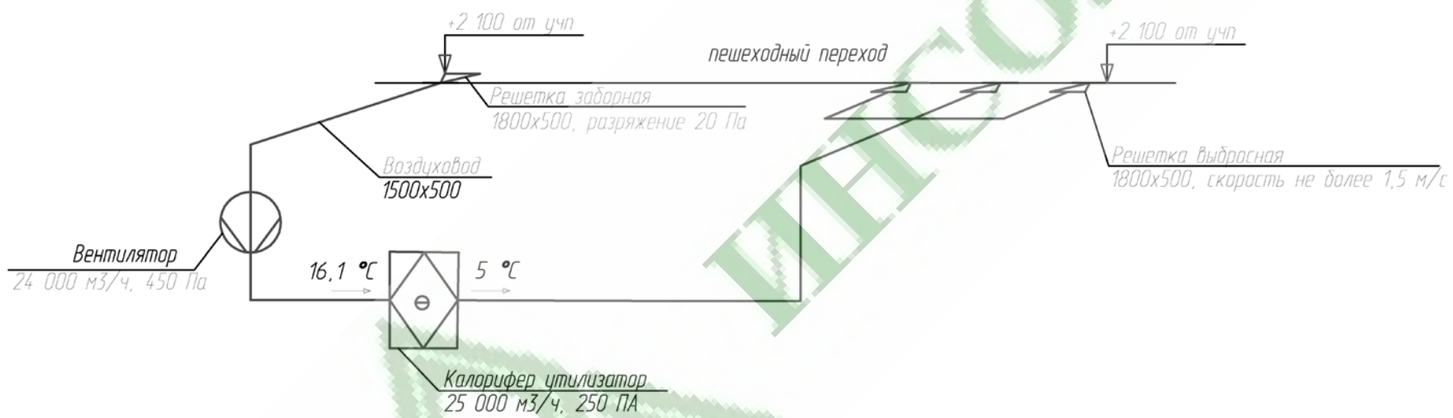


Схема системы утилизации теплоты вытяжного воздуха из пешеходного перехода

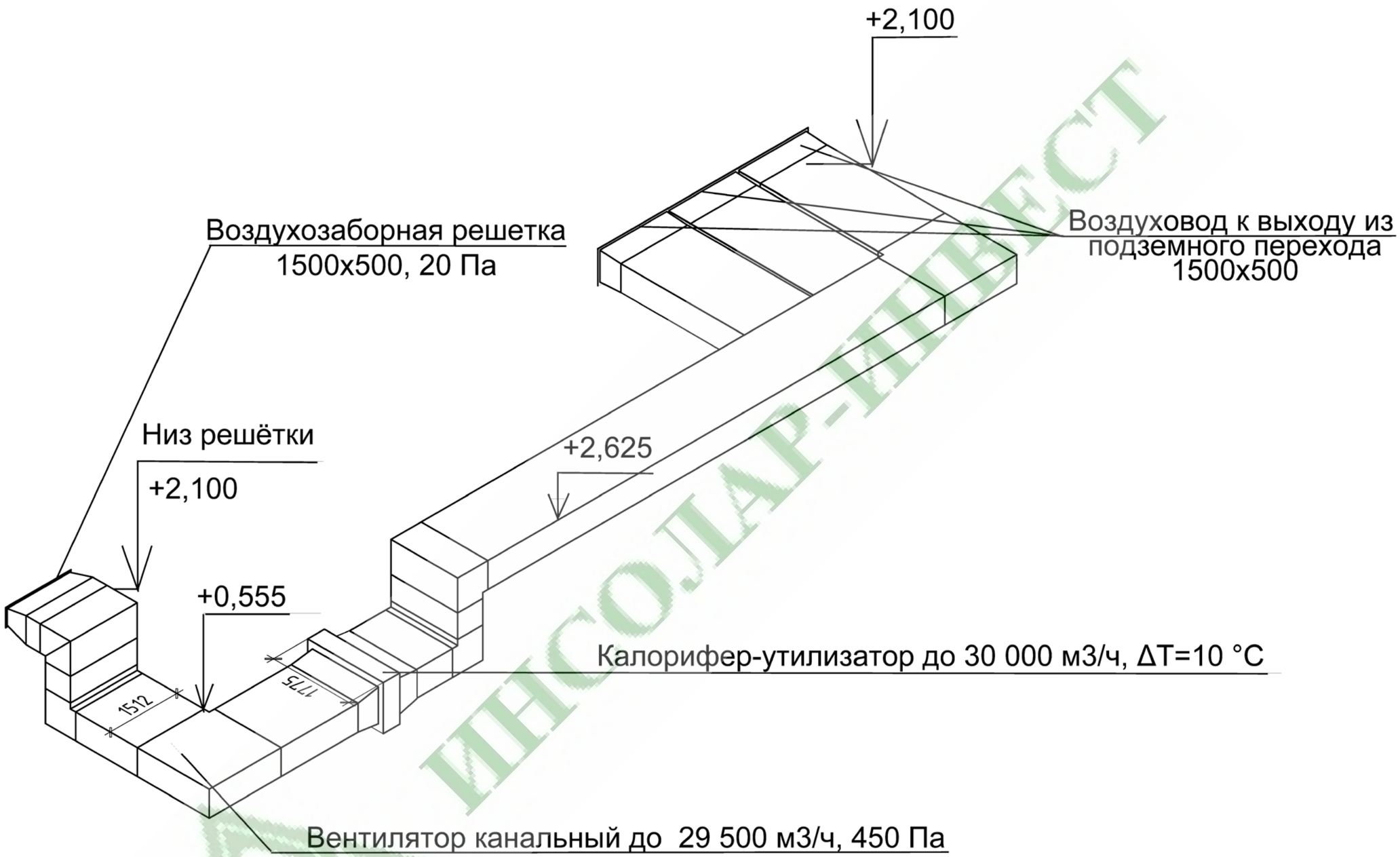


ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-04.04		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист: 38 / Листов: 56
Пров.		Юрченко						
Утв.		Горнов		Горнов		Схемы вентиляционных систем. Тепломеханическая схема теплоснабжения ВТЗ.	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	

Формат А3

АТПР ТН-М-0159-04.05



ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

						АТПР ТН-М-0159-04.05		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата			
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист / Листов
Пров.		Юрченко						39 / 56
						Схема вентиляционной системы утилизации теплоты воздуха в пешеходном переходе.	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	
Утв.		Горнов						

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

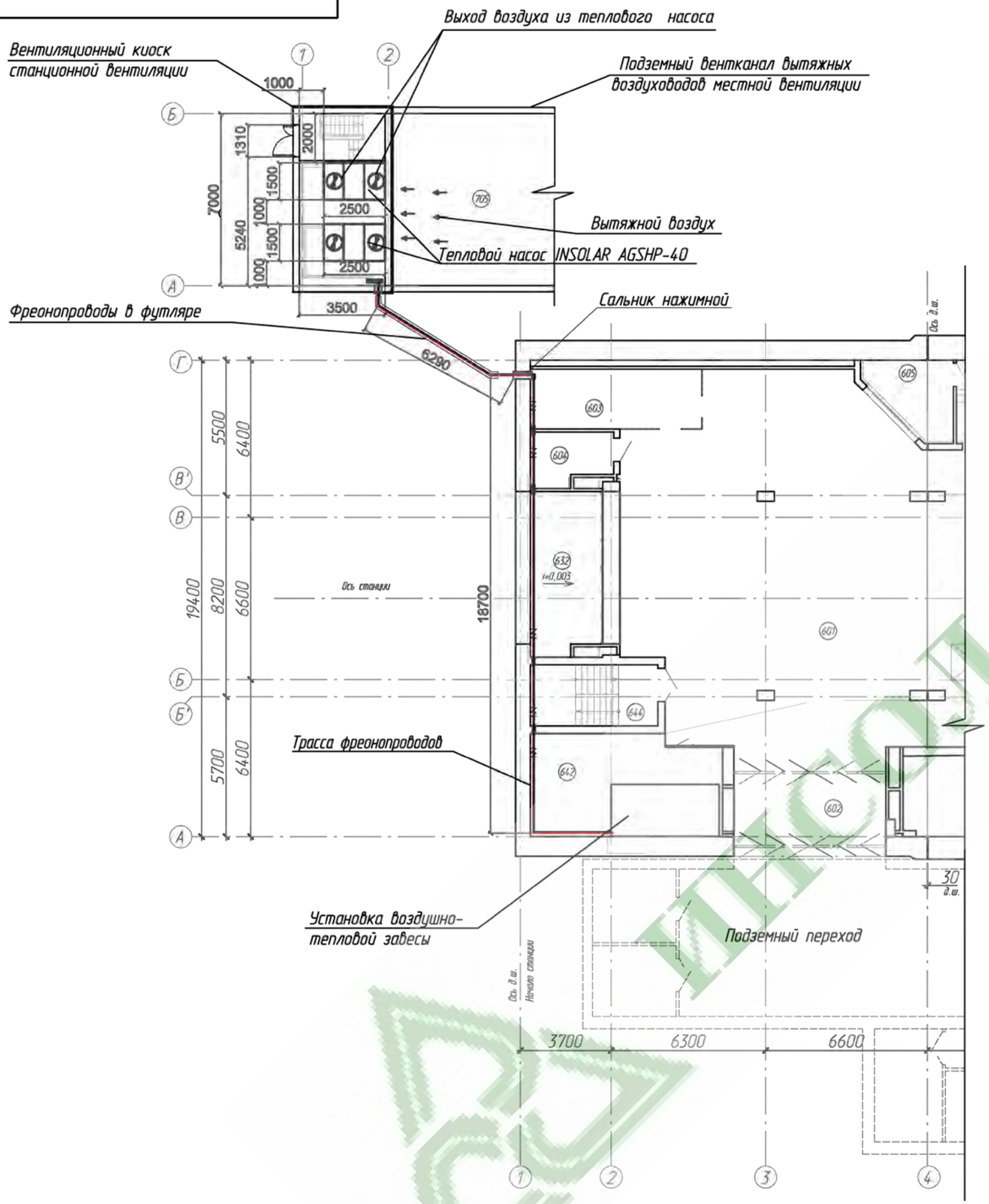
Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

Формат А3

АТПР ТН-М-0159-04.06



Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. Пом.
601	Кассовый зал	267,6	В2
602	Тамбур	18,6	Н/К
603	Досмотровая зона сл. Б	17,0	В2
604	Помещение личного досмотра сл. Б	5,9	В2
605	Билетные кассы службы сбора доходов	9,4	В4
632	Щитовая вк	6,5	В4
642	Калориферная	16,6	В4
644	Лестница 3 (все марши между пролетами)	19,7	Н/К

Экспликация помещений для вентшахты к венткиоску

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. Пом.
705	Вентканал к венткиоску	39,7	В4

Ведомость основного оборудования

Номер	Наименование	Кол-во	
1	Тепловой насос INSOLAR AGSHP-40	6 шт	
2	Фреонопроводы	150 мп	
3	Конденсатор выносной (в составе ВТЗ)	6 шт	
4	Вентиляционная установка ВТЗ	1 шт	

Примечания

Фреонопровод прокладывается аналогично трубопроводам внутренних инженерных систем согласно СП 73.13330.2016. Крепление на кронштейнах с шагом 2 м, высотные отметки определяются проектом после увязки всех инженерных систем.

Теплоизоляция не менее 20 мм.

Переход между станцией и вентиляционным киоском выполнить в стальном футляре Ду 200. Допускается совместная прокладка фреонопроводов.

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов	
Пров.		Юрченко			
Утв.		Горнов		Горнов	

АТПР ТН-М-0159-04.06

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес

Стадия	Лист	Листов
	40	56

План размещения оборудования с трубопроводами. М 1:200

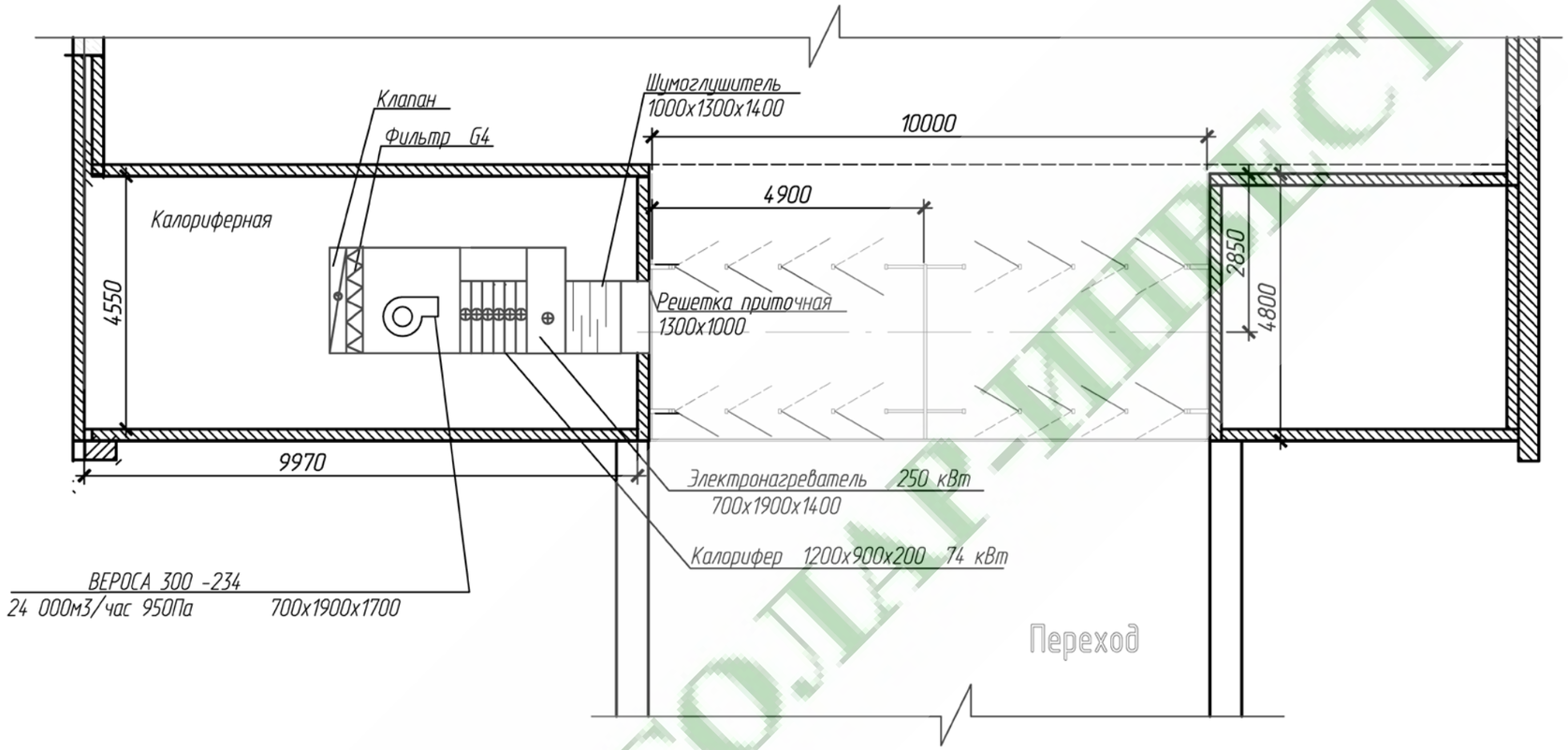
ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Перв. прим. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. №дубл. | Взам.инв. № | Подп. и дата | Инв. №подл.

Формат А3

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-04.07



						АТПР ТН-М-0159-04.07		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата			
Разраб.		Феоктистов				Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист	Листов
Пров.		Юрченко						41	56
Утв.		Горнов				План калориферной на уровне кассового зала. М 1:100	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"		

Формат А3

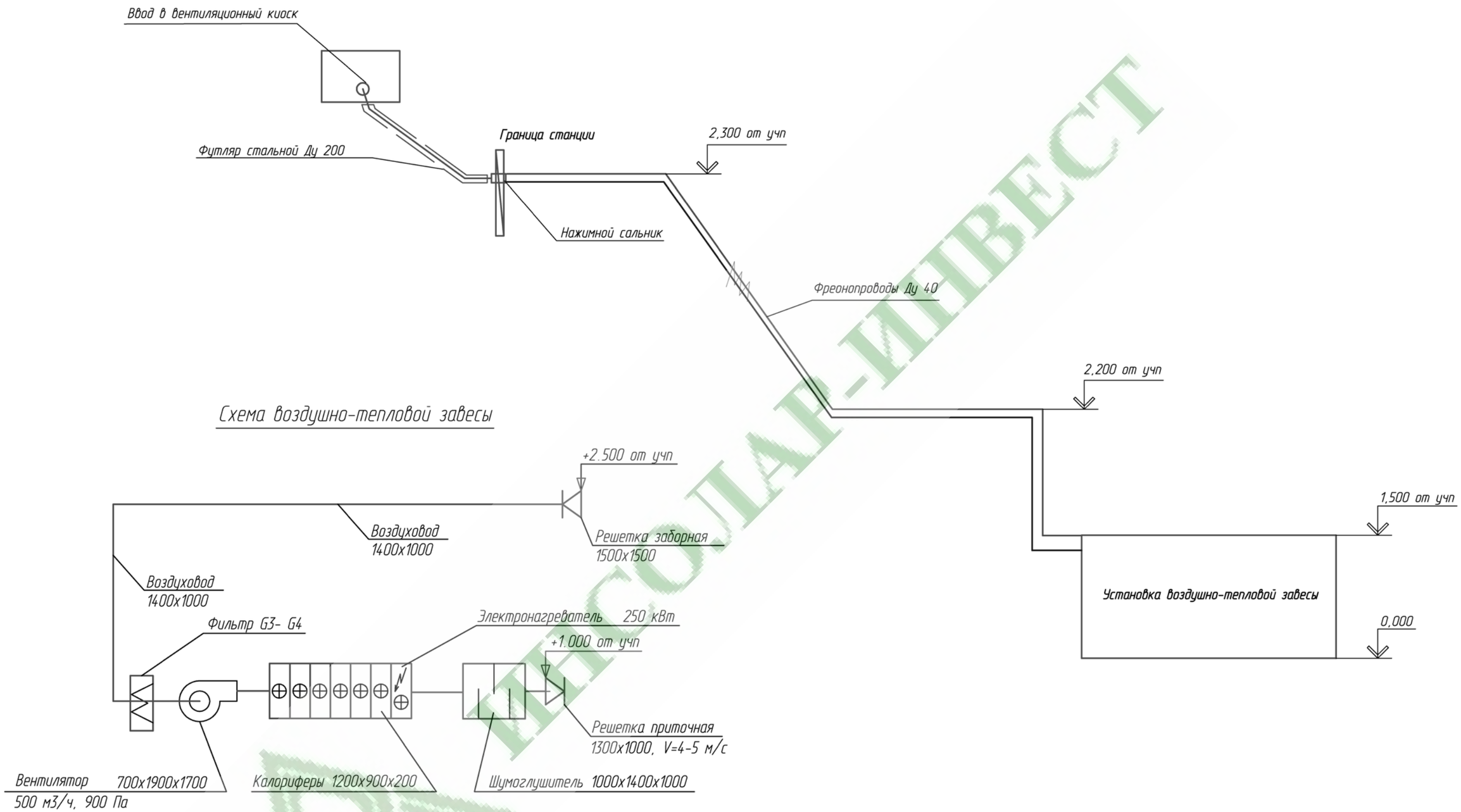
Перв. прим. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. №дубл. | Взам.инв. № | Подп. и дата | Инв. №подл.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-04.08

Перв. прим.

Справ. №



ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

Подп. и дата

Инв. N°дубл.

Взам.инв. N°

Подп. и дата

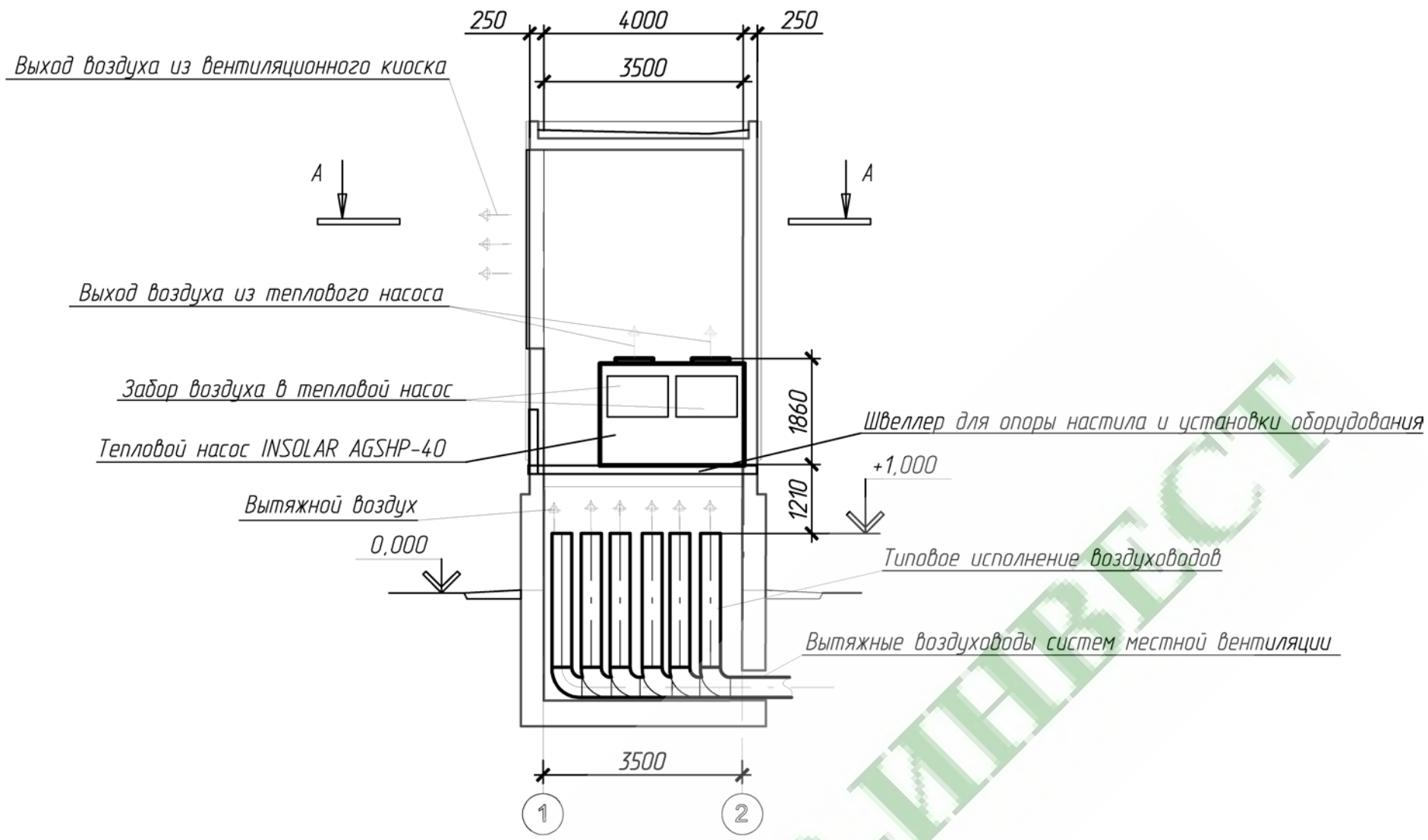
Инв. N°подп.

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-04.08		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист 42 / Листов 56
Пров.		Юрченко						
Утв.		Горнов				Аксонометрическая схема прокладки фреонопроводов. Схема ВТЗ	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	

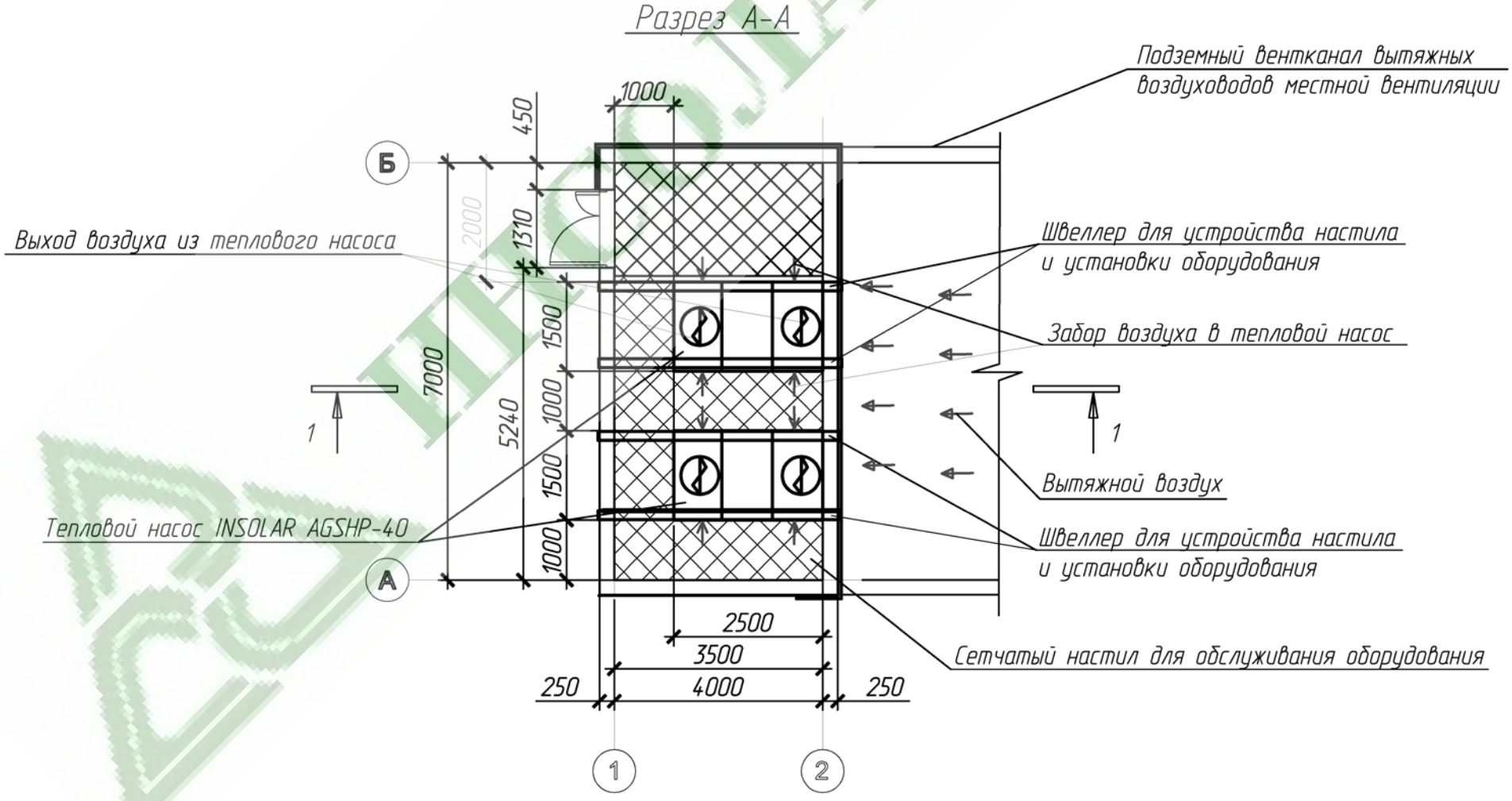
Формат А3

АТПР ТН-М-0159-04.09

Разрез 1-1



Разрез А-А



Установка оборудования не влияет на архитектурный облик вентиляционных киосков.

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-04.09		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист 43 / Листов 56
Пров.		Юрченко						
Утв.		Горнов				Размещение тепловых насосов в вытяжных киосках местной вентиляции. Напрвавление воздушных потоков.	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

Формат А3

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-04.10

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

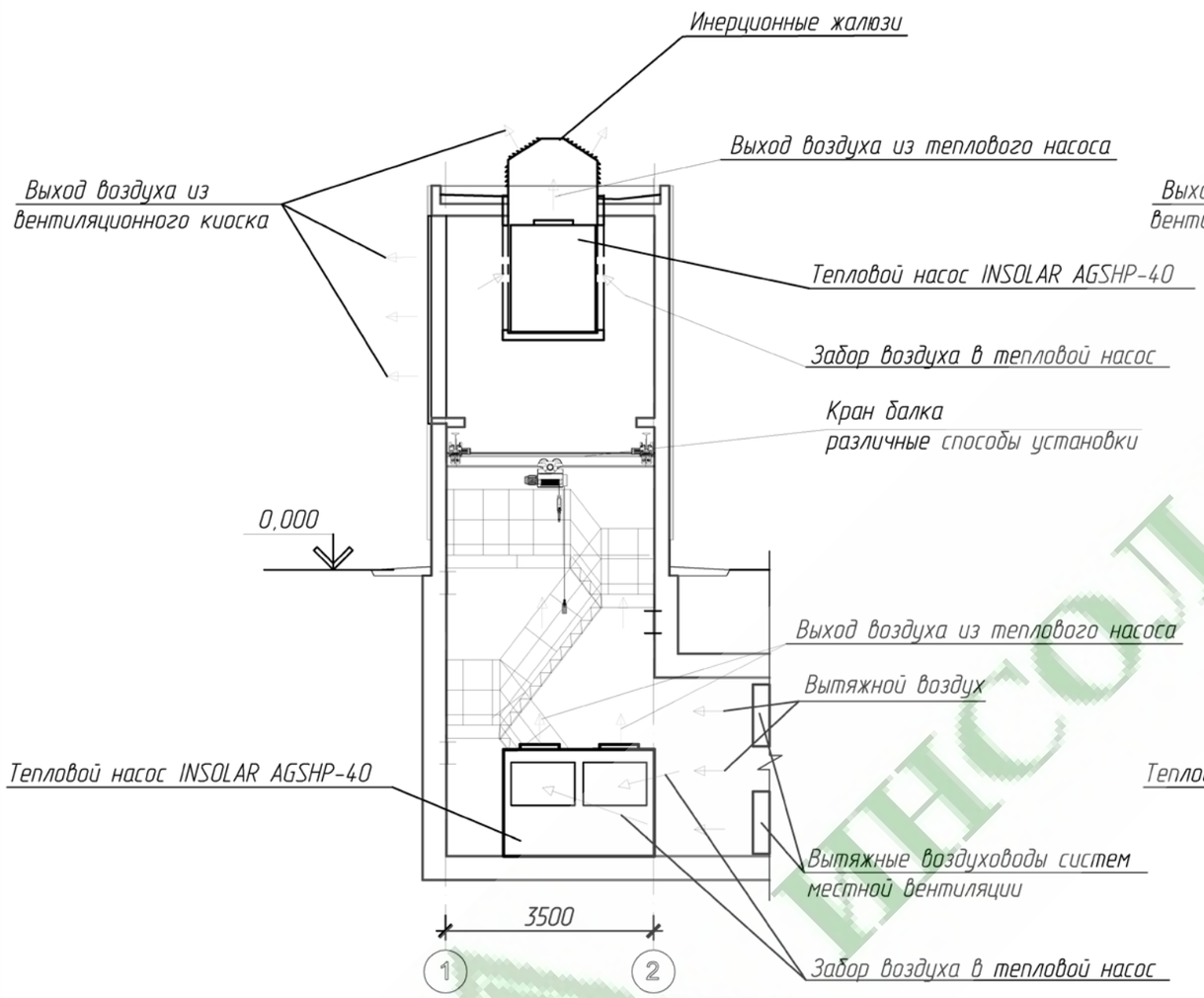
Инв. №дубл.

Взам.инв. №

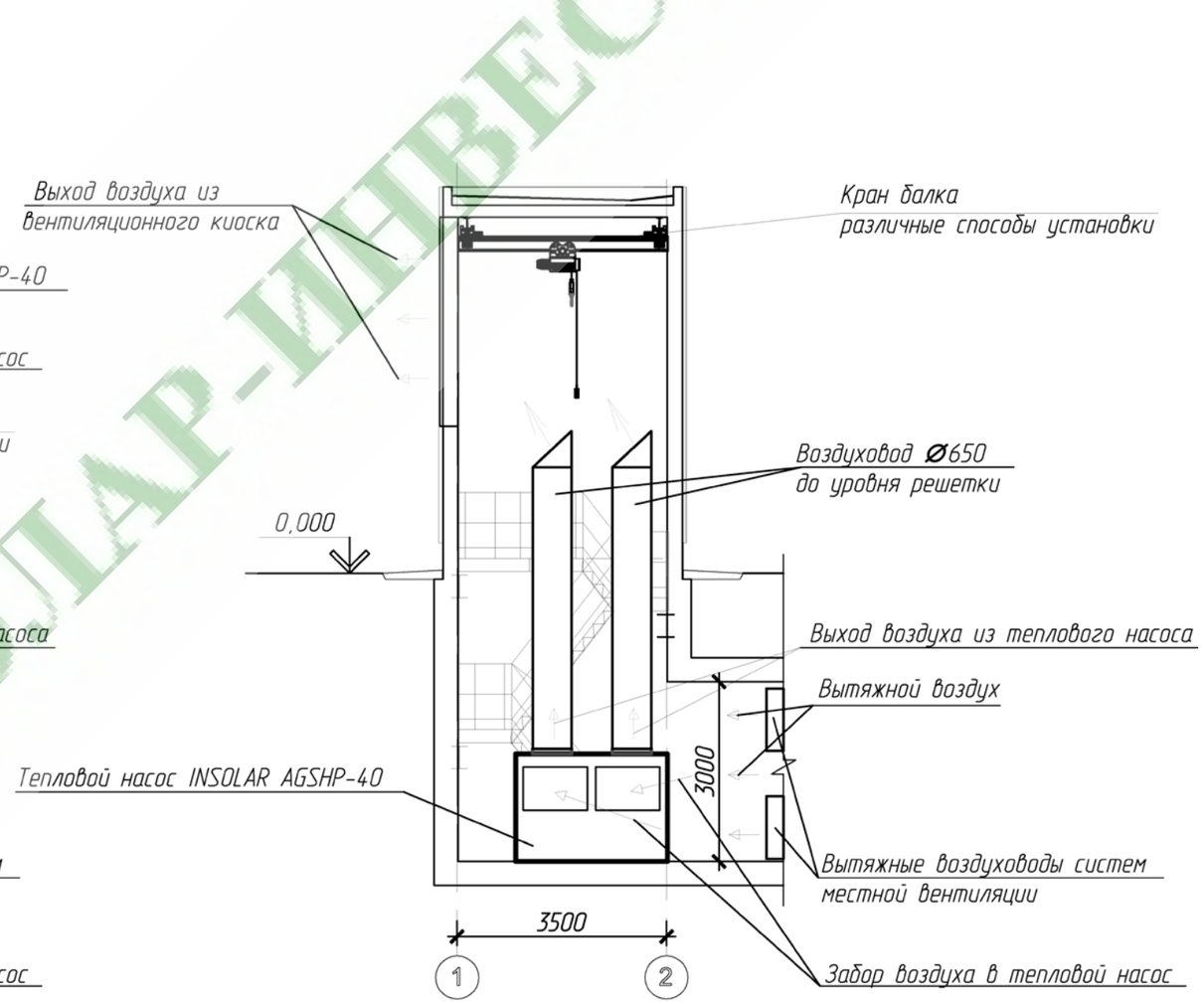
Подп. и дата

Инв. №подл.

Разрез 1-1



Разрез 1-1



ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Феоктистов			
Пров.		Юрченко			
Утв.		Горнов			

АТПР ТН-М-0159-04.10

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес

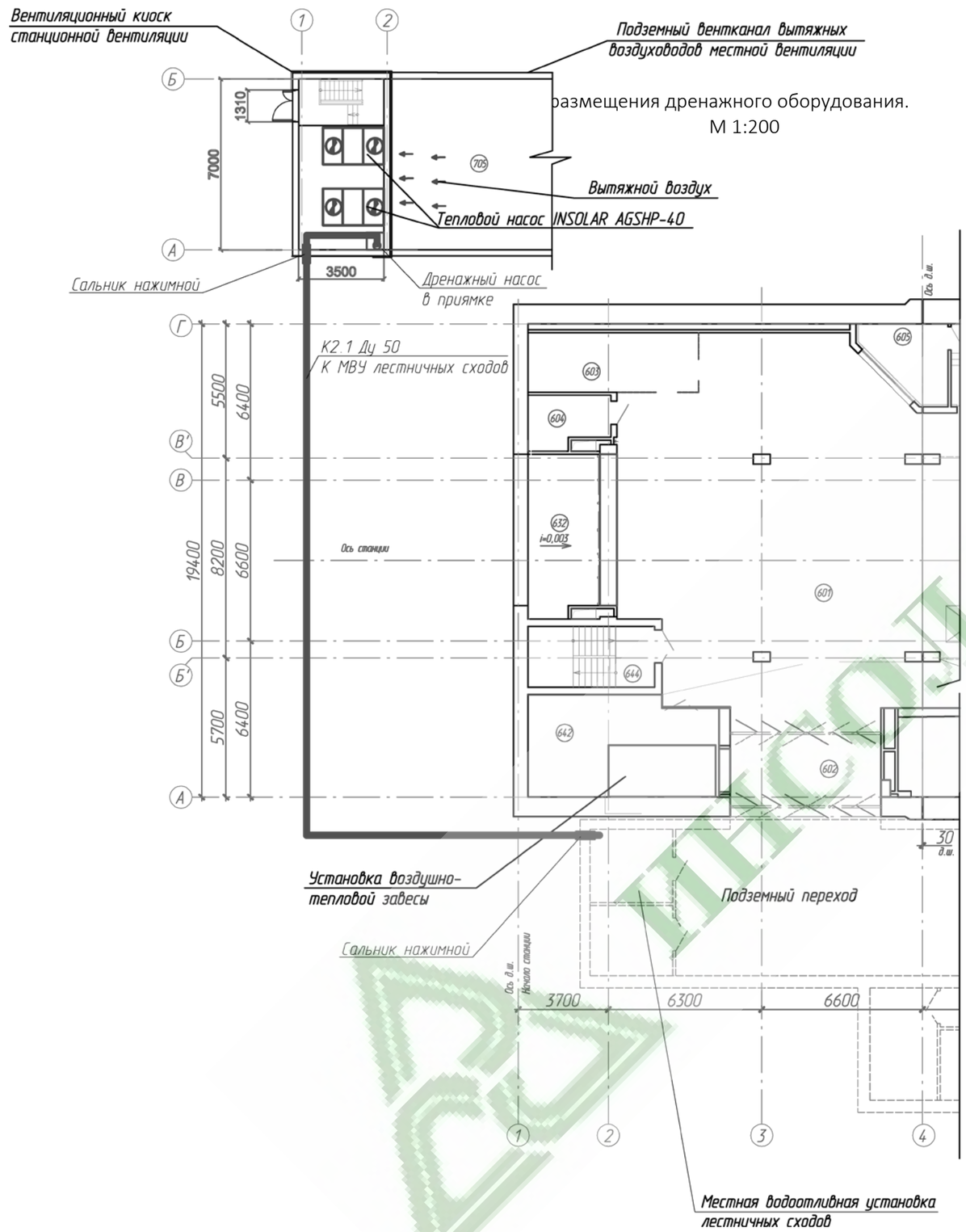
Стадия	Лист	Листов
	44	56

Разрез вытяжного венткиоска с тепловым оборудованием. Варианты.

ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Формат А3

АТПР ТН-М-0159-04.11



размещения дренажного оборудования.
М 1:200

Экспликация помещений

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. Пом.
601	Кассовый зал	267,6	В2
602	Тамбур	18,6	Н/К
603	Досмотровая зона сл. Б	17,0	В2
604	Помещение личного досмотра сл. Б	5,9	В2
605	Билетные кассы службы сбора доходов	9,4	В4
632	Щитовая вк	6,5	В4
642	Калориферная	16,6	В4
644	Лестница 3 (все марши между пролетами)	19,7	Н/К

Экспликация помещений для вентшахты к венткиоску

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат. Пом.
705	Вентканал к венткиоску	39,7	В4

Ведомость основного оборудования

Номер	Наименование	Кол-во	
1	Насос дренажный	6 шт	
2	Трубопровод К2Н Ду 50	40 мп	

Примечания

Водоотведение из вентиляционного киоска осуществляется дренажным насосом, в МВУ лестничных сходов. Объем водоотвода расчитывается из условия отвода конденсата и обеспечения не затопления вентиляционного киоска на время паводков.

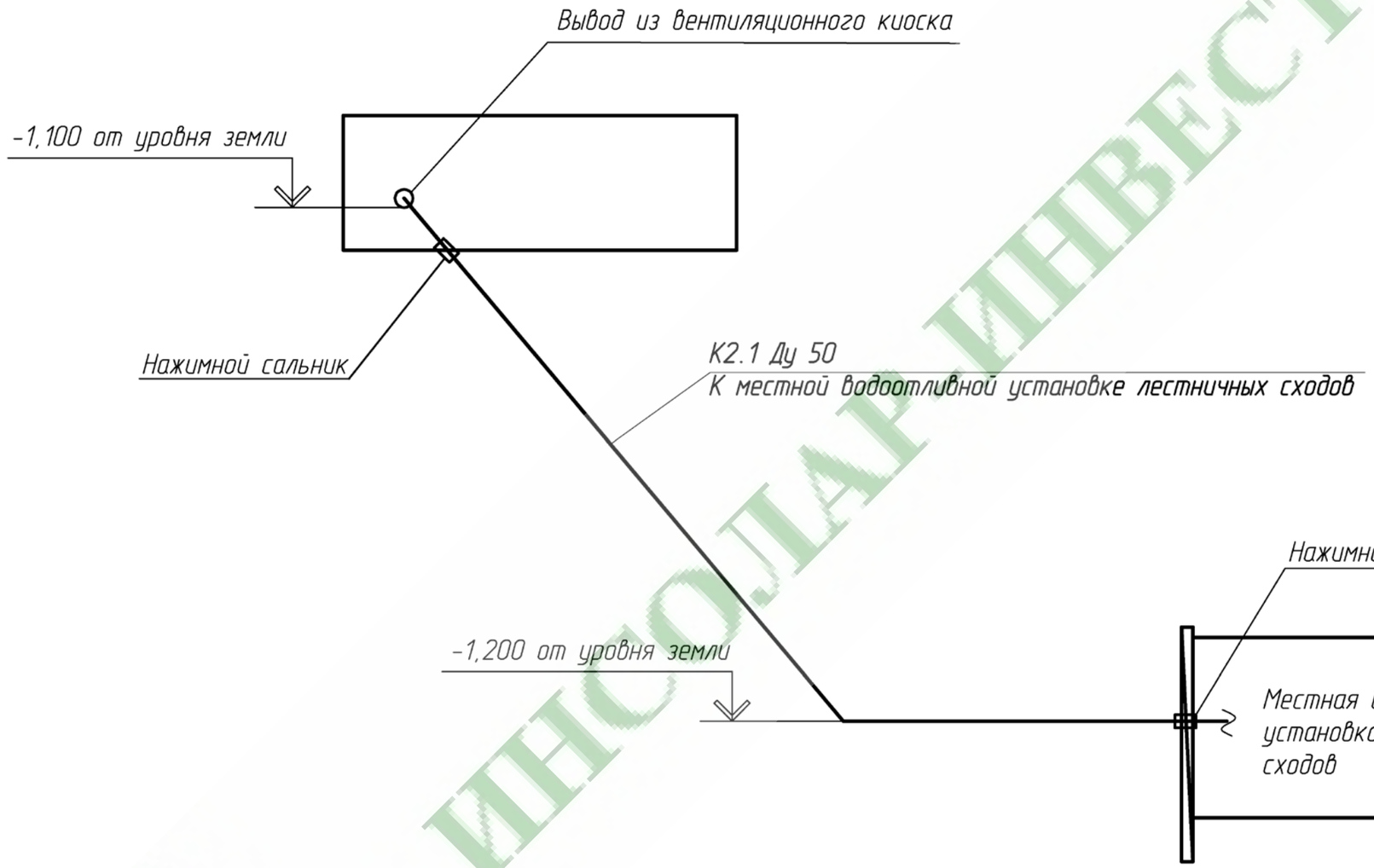
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-04.11		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист: 45 / Листов: 56
Пров.		Юрченко						
Утв.		Горнов		Горнов		План размещения дренажного оборудования. М 1:200	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	

Формат А3

Перв. прим. | Справ. №

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

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ



ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-04.12		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист: 46 / Листов: 56
Пров.		Юрченко						
Утв.		Горнов				Схема дренажа. Система К2	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

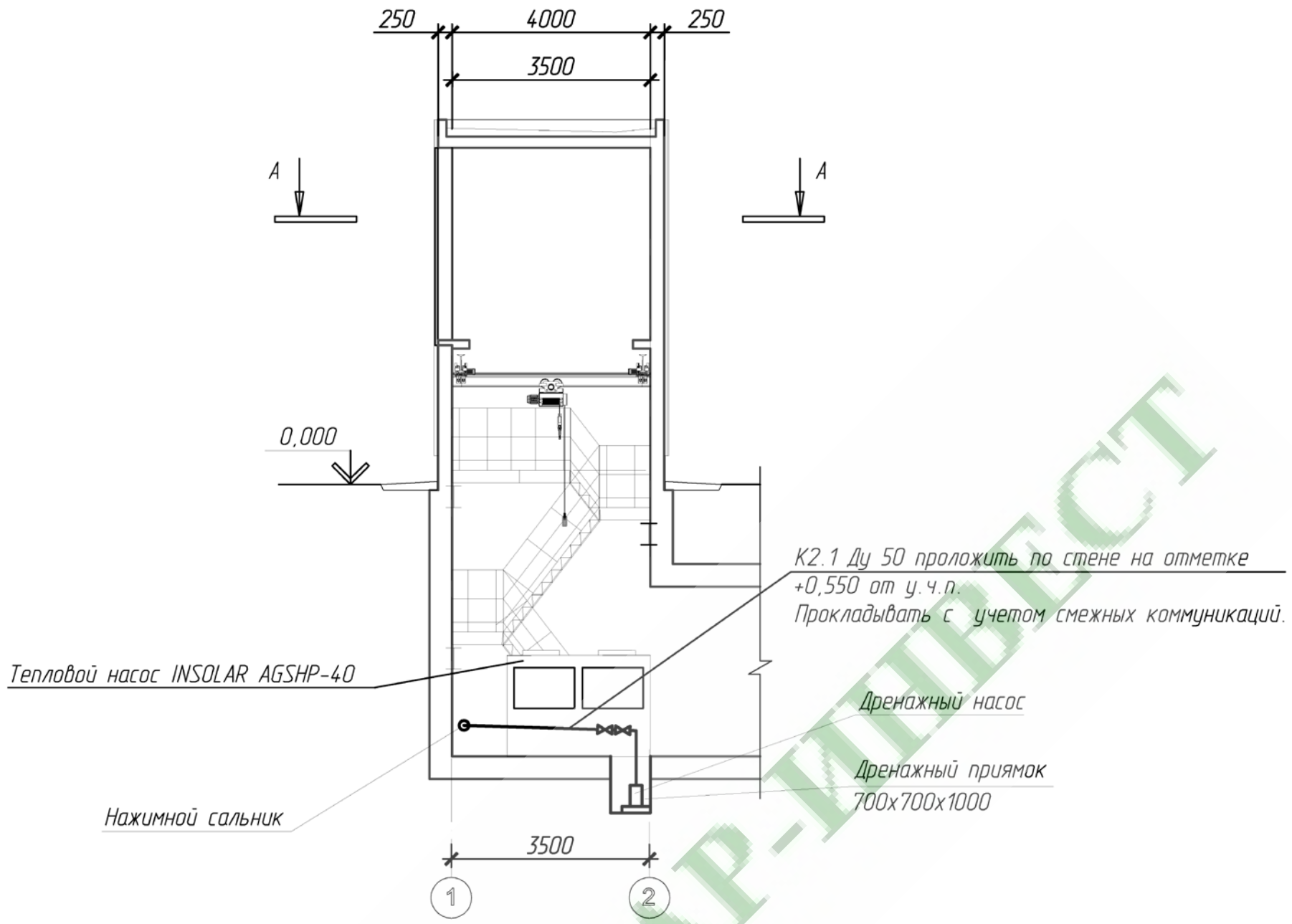
Взам.инв. №

Подп. и дата

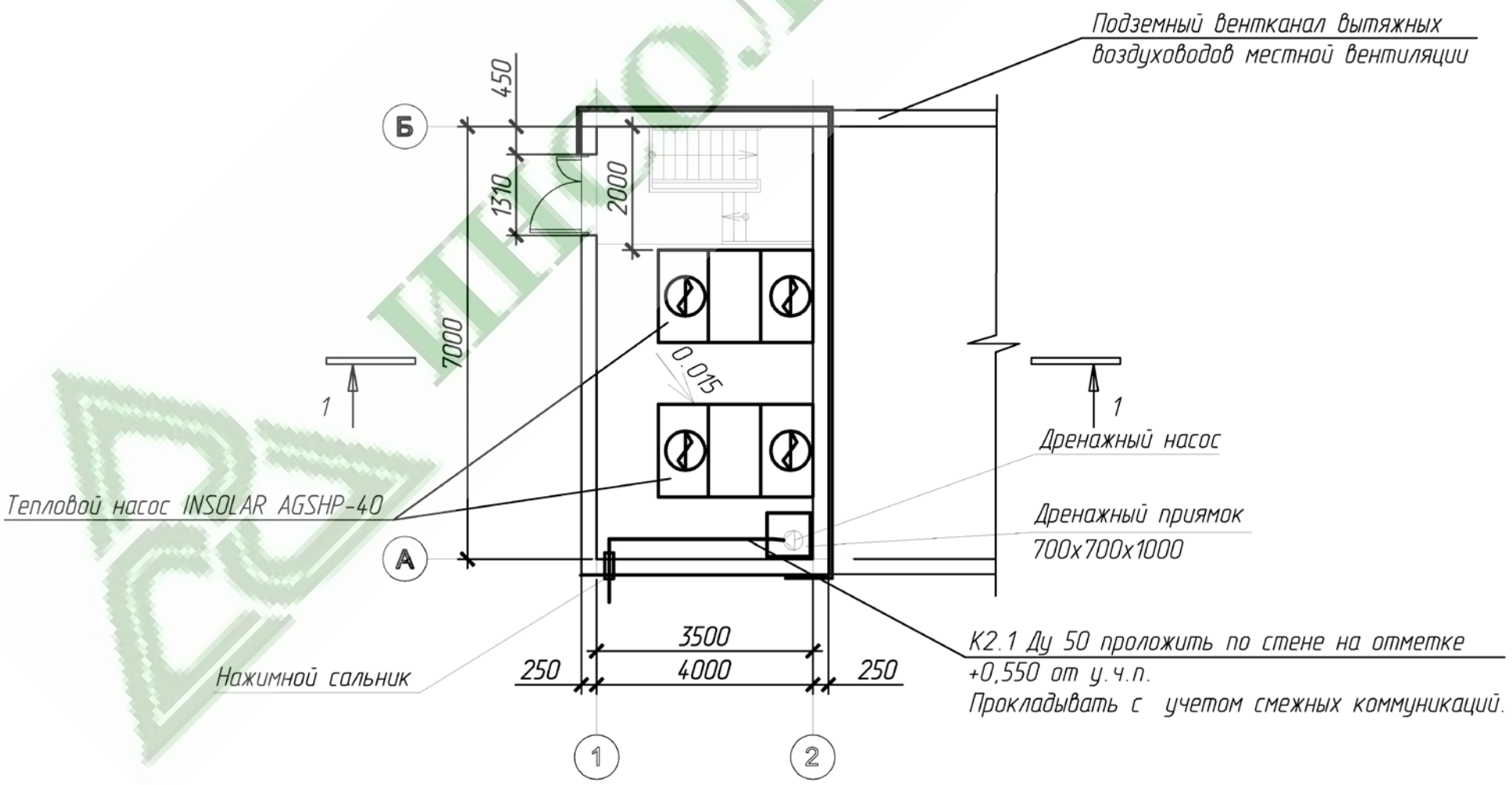
Инв. №подл.

Формат А3

АТПР ТН-М-0159-04.13



Разрез А-А



						АТПР ТН-М-0159-04.13		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата			
Разраб.		Феоктистов				Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист / Листов
Пров.		Юрченко						47 / 56
						Система дренажа венткиоска. М 1:200	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	
Утв.		Горнов						

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

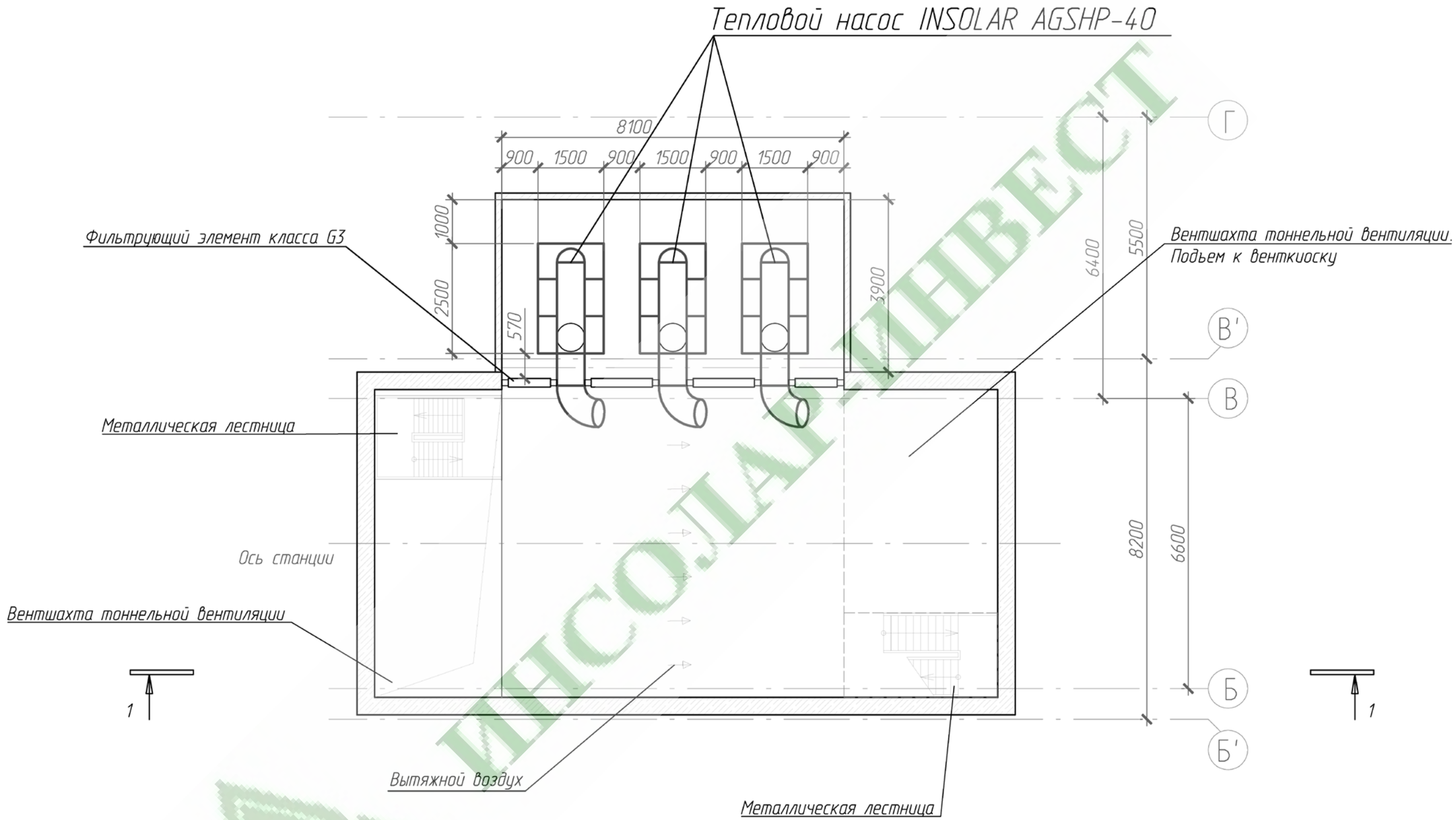
Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

Формат А3

АТПР ТН-М-0159-04.14



						АТПР ТН-М-0159-04.14		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата			
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист: 48 / Листов: 56
Пров.		Юрченко						
						План размещения основного оборудования. М 1:100	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	
Утв.		Горнов						

Формат А3

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

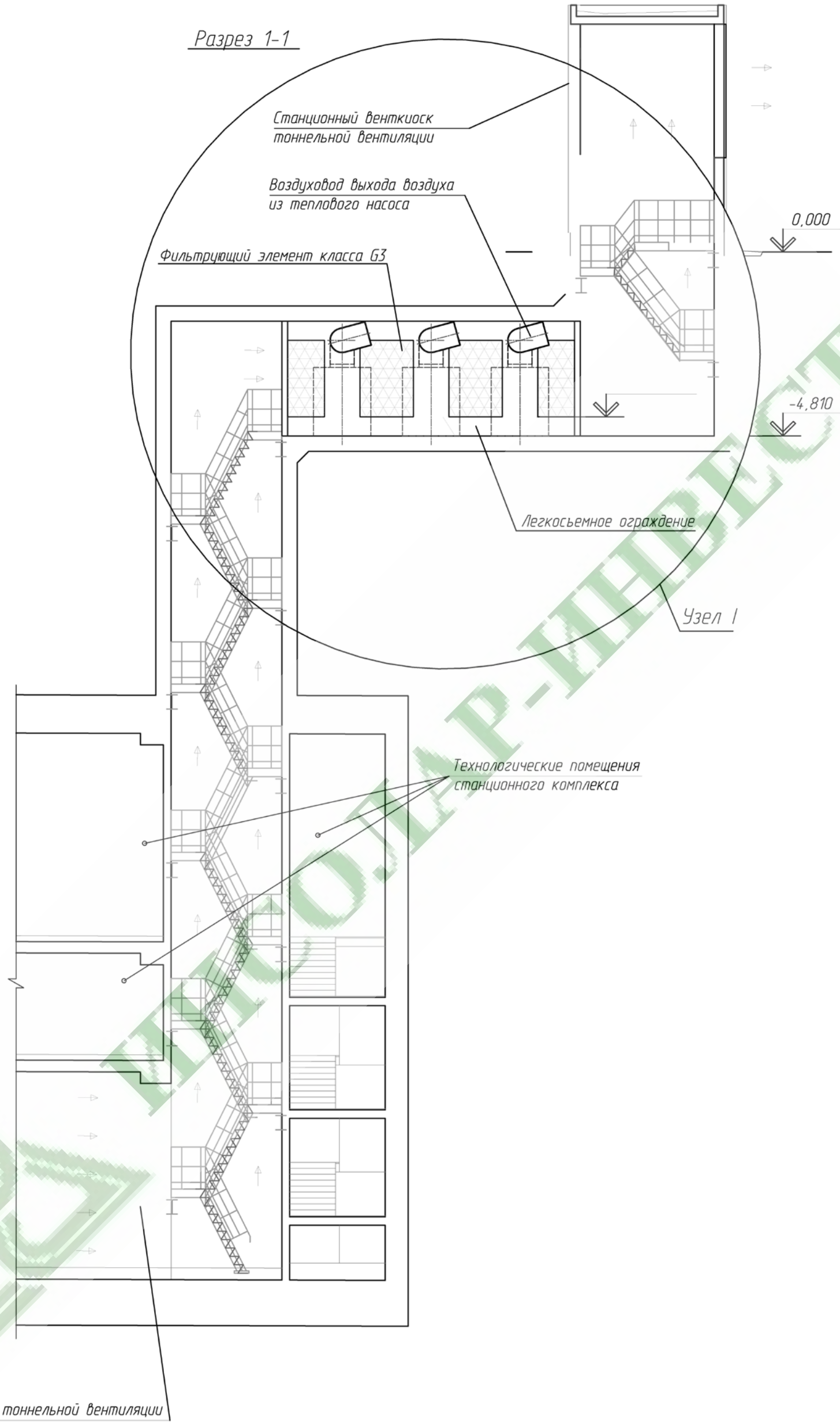
Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-04.15



ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Феоктистов			
Пров.		Юрченко			
Утв.		Горнов			

АТПР ТН-М-0159-04.15

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес

Стадия	Лист	Листов
	49	56

План размещения основного оборудования. Разрез 1-1

м 1:100

ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Формат А3

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

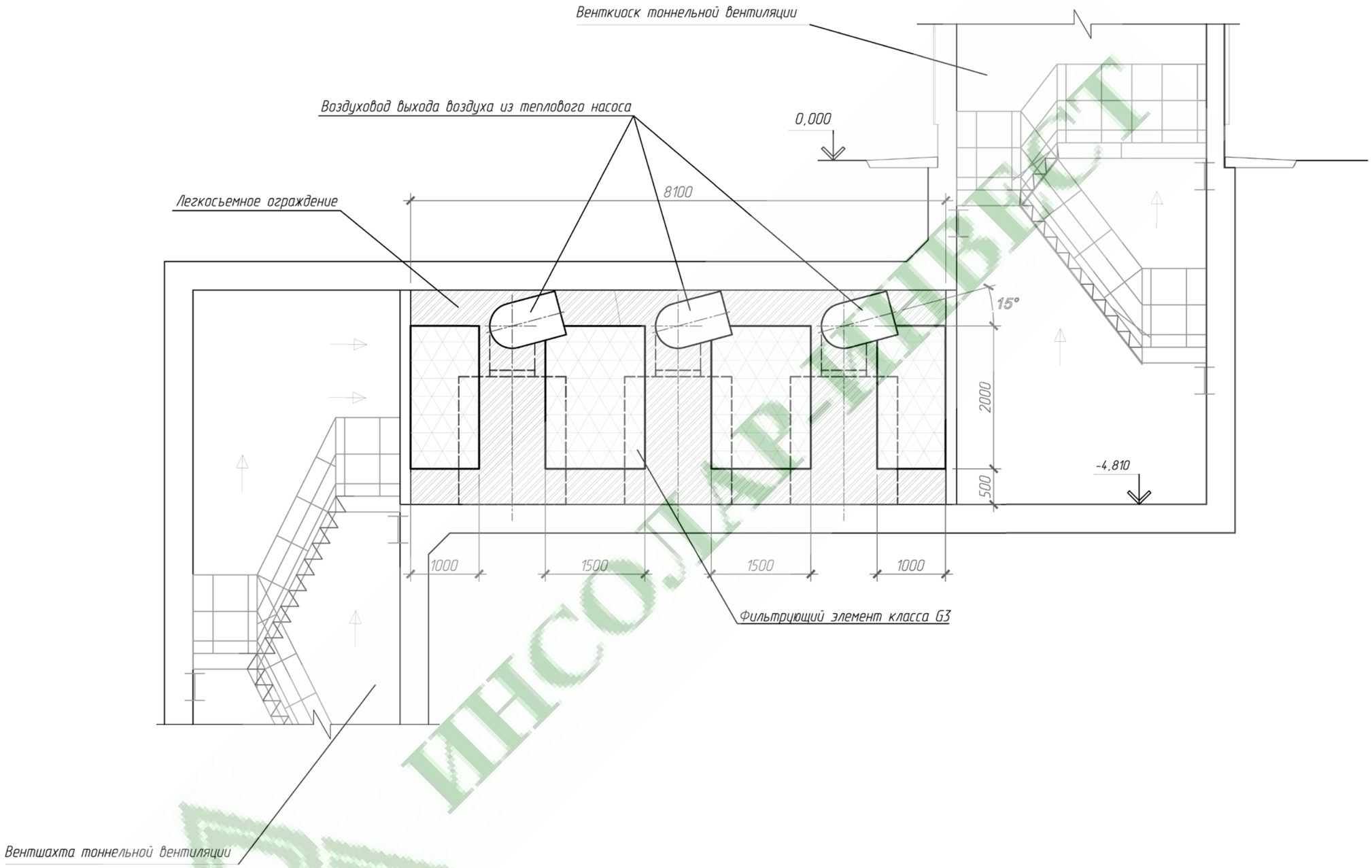
Инв. №дубл.

Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

АТПР ТН-М-0159-04.16



ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

						АТПР ТН-М-0159-04.16		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата			
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист: 50 / Листов: 56
Пров.		Юрченко						
						План размещения основного оборудования. Разрез 1-1. Узел I. М 1:100	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	
Утв.		Горнов						

Формат А3

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

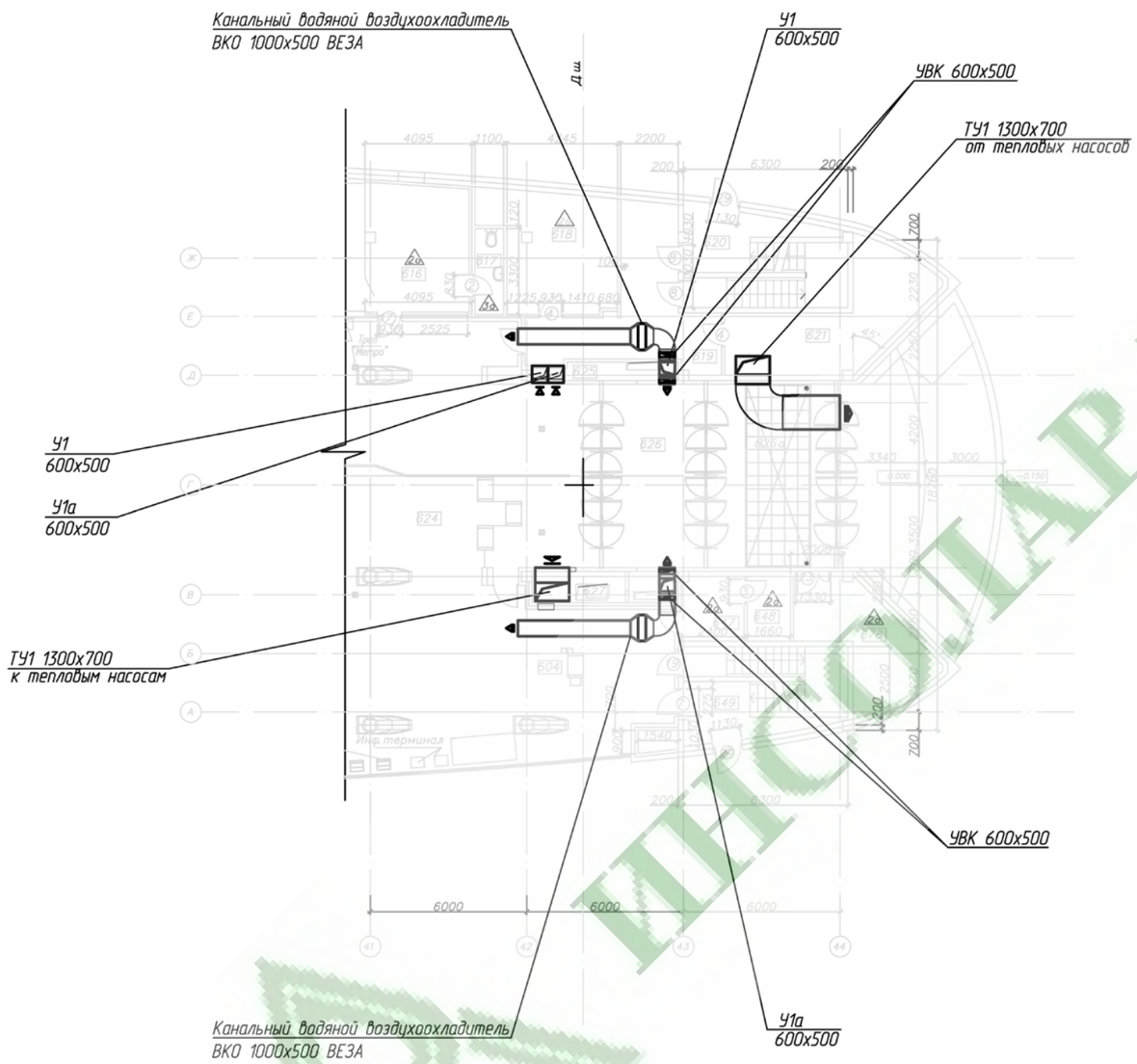
Инв. №дубл.

Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

АТПР ТН-М-0159-04.17



Экспликация помещений

Номер поме-щения	Наименование	Площадь, м²	Кат. Пом.
604	Зона досмотра	23,0	
616	Помещение полиции	20,5	
617	СУ	3,6	
618	Группа быстрого реагирования	20,0	
619	Коридор	22,8	
620	Лестничная клетка	26,1	
621	Помещение водонагревателей	21,9	
622	Тамбур	4,5	
622а	Тамбур	7,7	
623	Коридор	102,9	
624	Вестибюль	307,3	
625	Вентканал	3,8	
626	Входная группа	28,3	
626а	Входная группа	35,6	
627	Вентканал	6,7	
647	Помещение повторного досмотра	6,0	
648	Помещение хранения изъятых вещей	4,1	В2
649	Лестничная клетка	22,8	
678	Кладовая вестибюльных дверей	15,9	В2

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-04.17		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист: 51 / Листов: 56
Пров.		Юрченко						
						План размещения основного оборудования и воздуховодов в уровне кассового зада. М 1:200	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	
Утв.		Горнов						

Формат А3

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

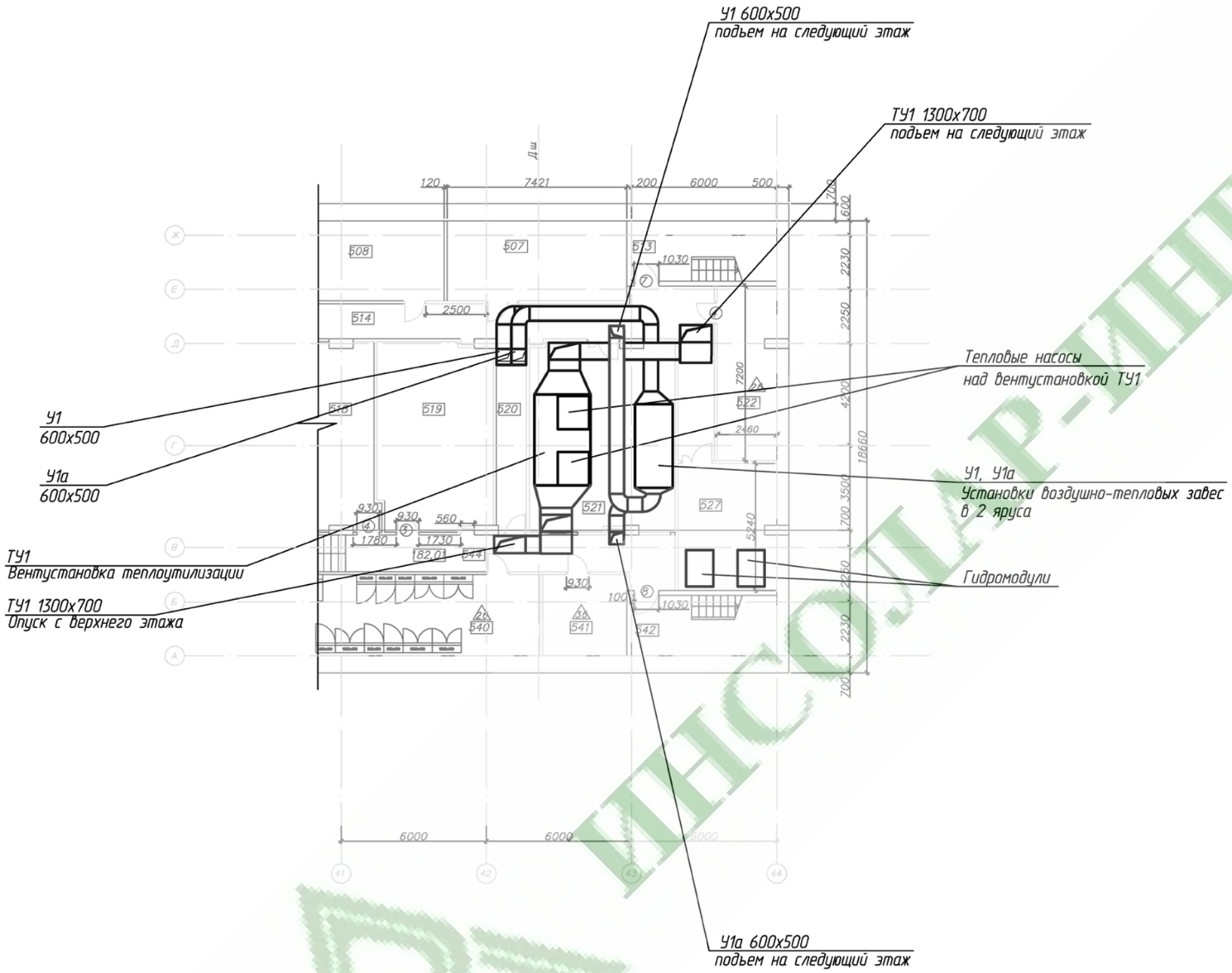
Инв. №дубл.

Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подл.

АТПР ТН-М-0159-04.18



Экспликация помещений

Номер поме-щения.	Наименование	Площадь, м²	Кат. Пом.
507	Насосная пожаротушения	24,6	В4
508	Помещение водомерного узла		Д
513	Лестничная клетка	15,3	
514	Коридор	94,3	
518	Серверная РС	22,3	В2
519	Серверная СВН и АСУ ТП	36,6	В2
520	Коридор	9,9	
521	Калориферная	46,4	В4
522	Кладовая запасных деталей ЭС	17,5	В2
527	Венткамера	21,2	В4
540	Щитовая силового оборудования	33,6	В4
541	Венткамера ПД	11,7	В4
542	Лестничная клетка	15,3	
544	Коридор	21,4	

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

Взам.инв. №

Подп. и дата

Инв. №подп.

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов	
Пров.		Юрченко			
Утв.		Горнов		Горнов	

АТПР ТН-М-0159-04.18

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес

Стадия	Лист	Листов
	52	56

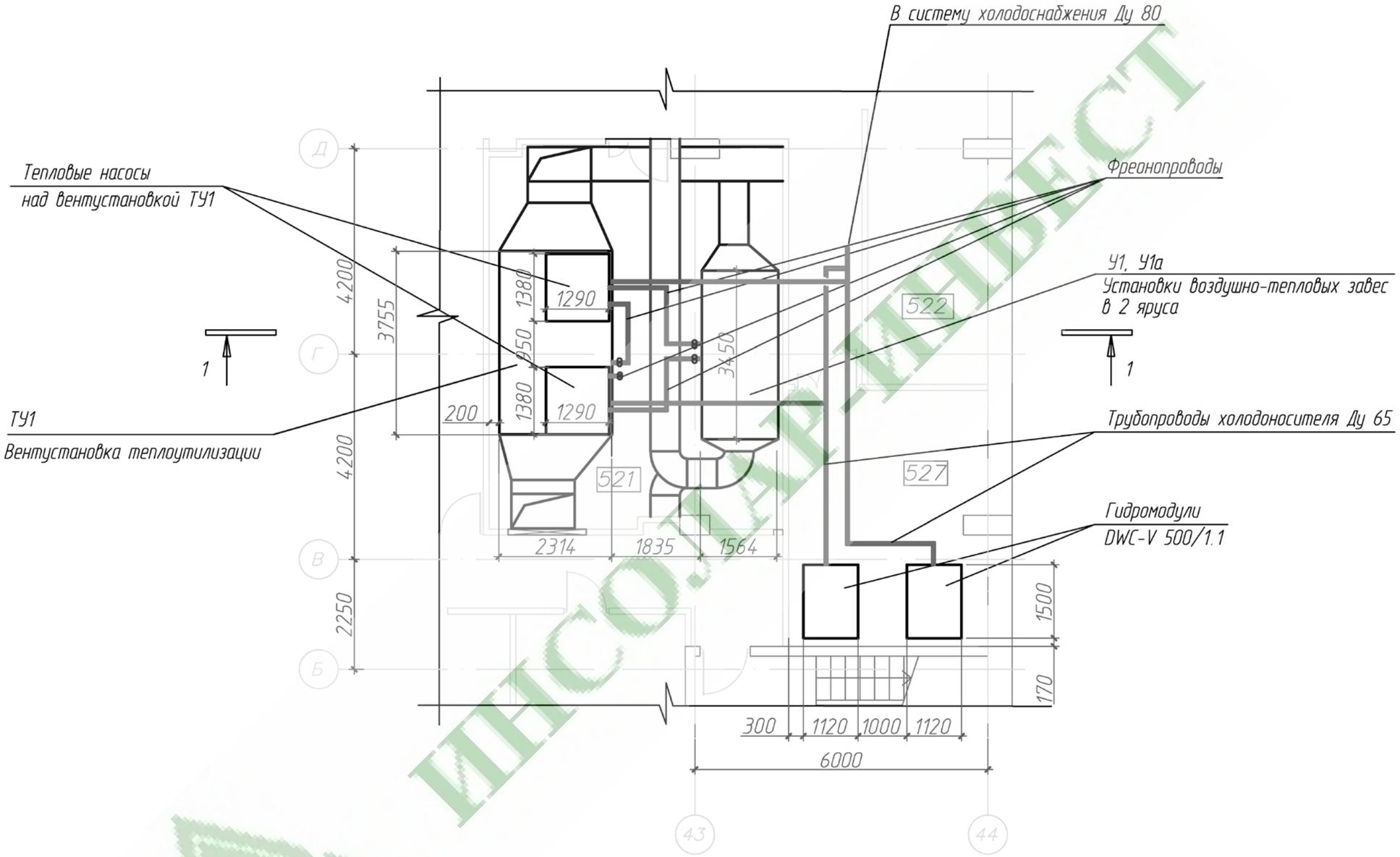
План размещения основного оборудования и воздуховодов в уровне машинного зала. М 1:200

ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Формат А3

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-04.19



Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Феоктистов			
Пров.		Юрченко			
Утв.		Горнов			

АТПР ТН-М-0159-04.19

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес

Стадия	Лист	Листов
	53	56

План размещения основного оборудования и воздуховодов в уровне машинного зала. М 1:100

ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Формат А3

Перв. прим.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. №дубл.

Взам.инв. №

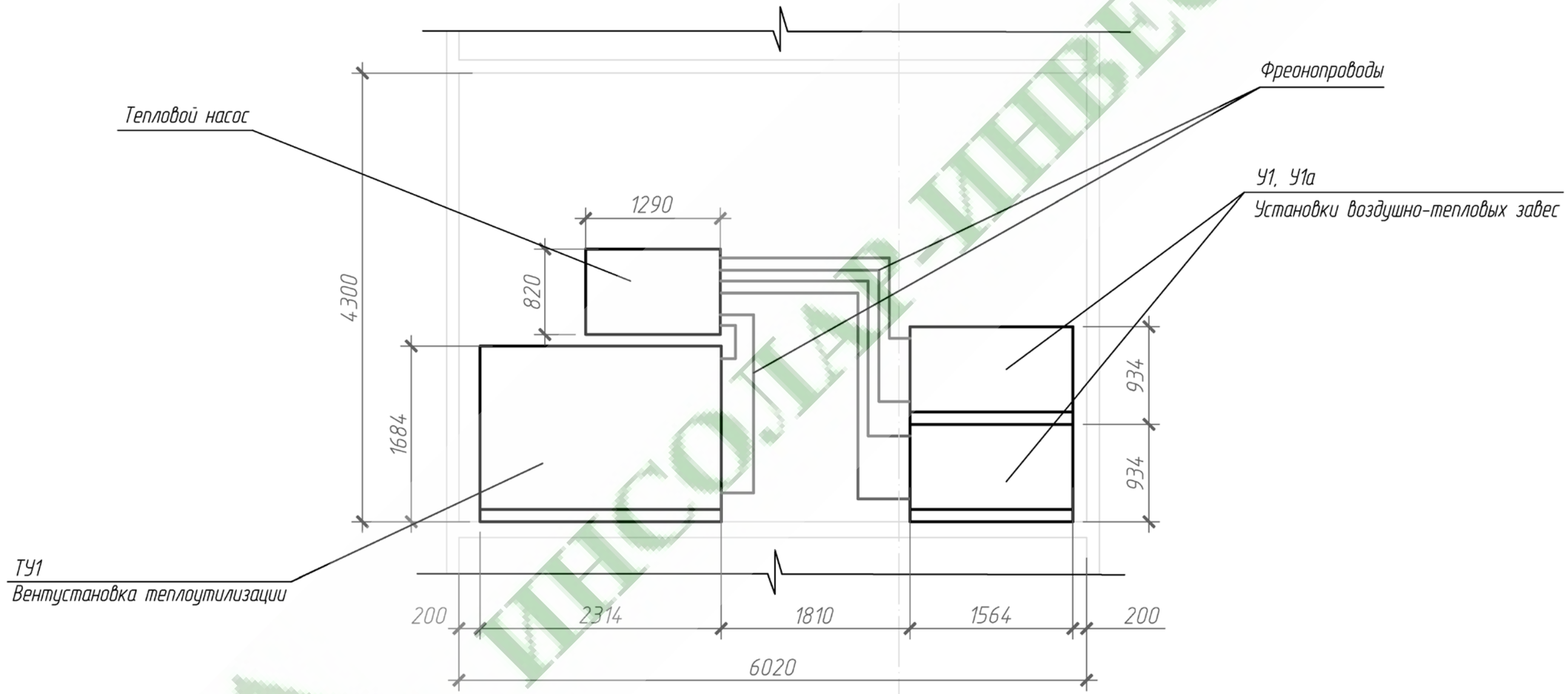
Подп. и дата

Инв. №подл.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-04.20

Разрез 1-1



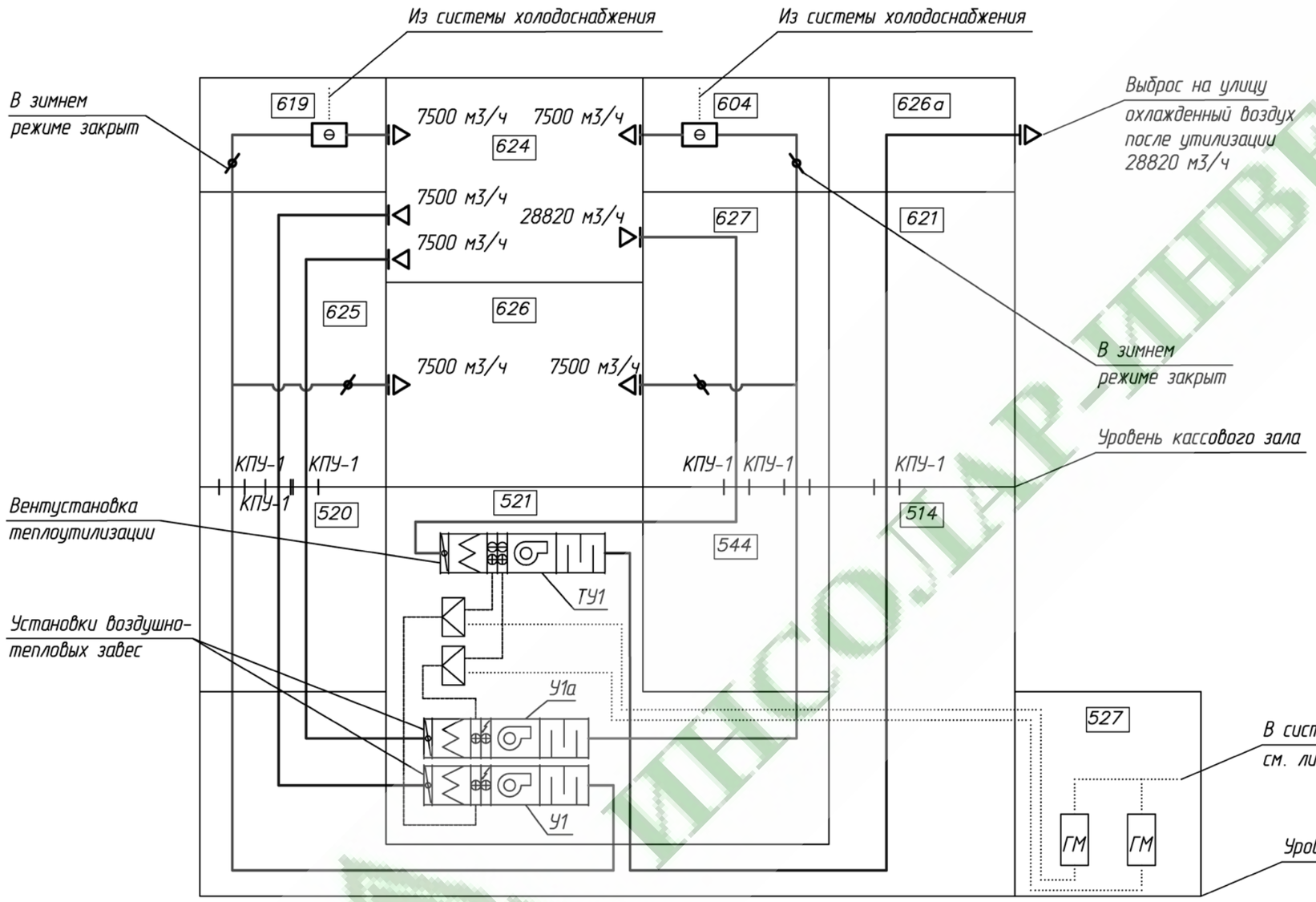
Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-04.20		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов				Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист: 54 / Листов: 56
Пров.		Юрченко						
Утв.		Горнов				План размещения основного оборудования и воздуховодов в уровне машинного зала. Разрез 1-1 М 1:50	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	

Формат А3

Перв. прим. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. №дубл. | Взам.инв. № | Подп. и дата | Инв. №подл.

ИНСОЛАР-ИНВЕСТ

АТПР ТН-М-0159-04.21



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Тепловой насос
- Вентиляционная установка
- Канальный воздухоохладитель
- ГМ — Гидравлический модуль
- Приточная решетка
- Вытяжная решетка
- Воздушный клапан
- КПУ-1 — Огнезадерживающий клапан
- 28820 м3/ч — Расход воздуха
- 624 — Номер помещения

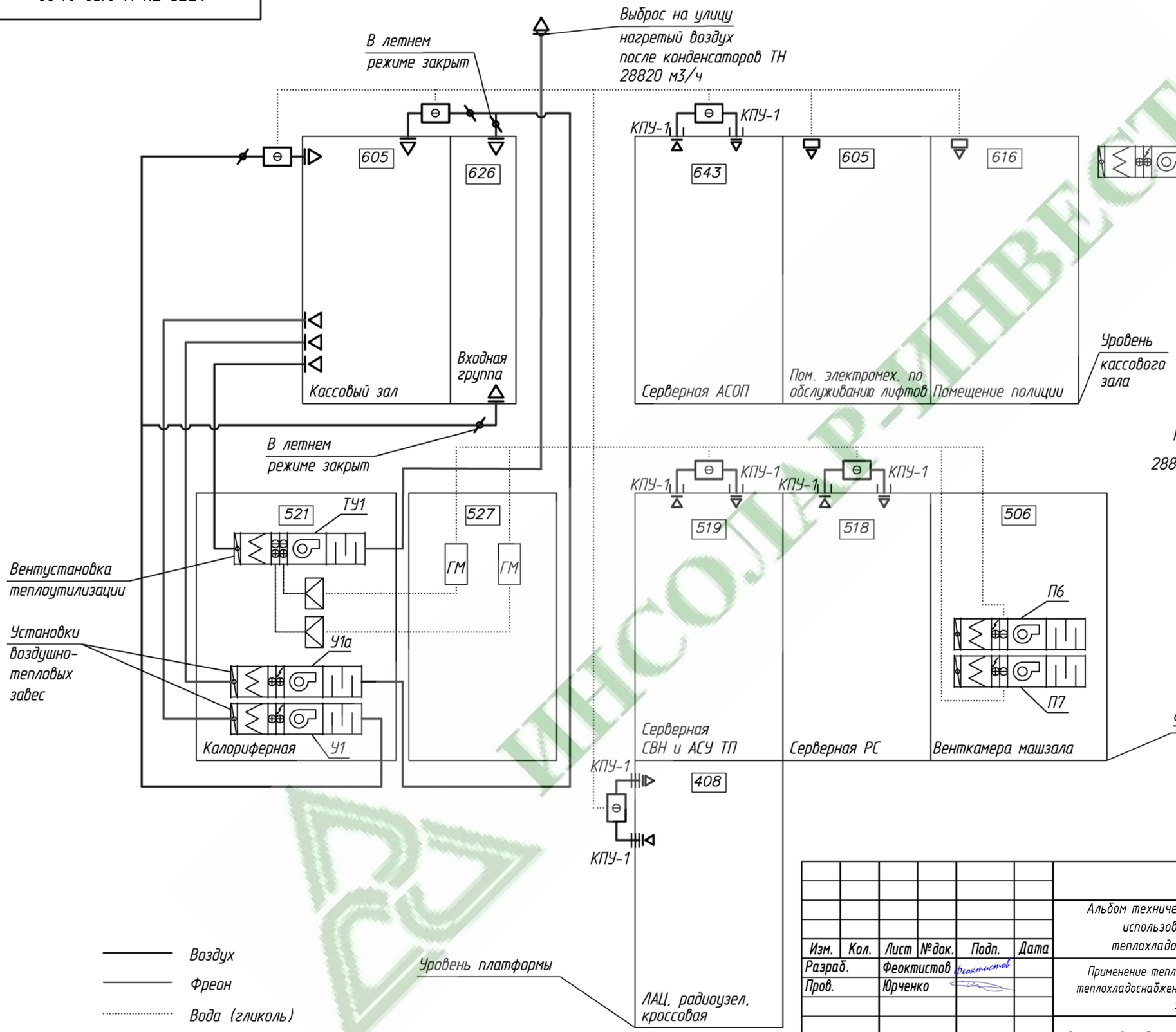
- Воздух
- Фреон
- Вода (гликоль)

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата	АТПР ТН-М-0159-04.21		
						Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена		
Разраб.		Феоктистов		Феоктистов		Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес	Стадия	Лист: 55 / Листов: 56
Пров.		Юрченко						
Утв.		Горнов		Горнов		Схема теплонасосной системы теплоснабжения ВТЗ	ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"	

Формат А3

Перв. прим. | Справ. № Подп. и дата | Инв. №дубл. | Взам.инв. № | Подп. и дата | Инв. №подл.

АТПР ТН-М-0159-04.22



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- Тепловой насос
- Вентиляционная установка
- Канальный воздухоохладитель
- ГМ — Гидравлический модуль
- Настенный вентиляторный доводчик
- Приточная решетка
- Вытяжная решетка
- Воздушный клапан
- КПУ-1 — Огнезадерживающий клапан
- 28820 м3/ч — Расход воздуха
- 624 — Номер помещения

Изм.	Кол.	Лист	№док.	Подп.	Дата
Разраб.		Феоктистов			
Пров.		Юрченко			
Утв.		Горнов			

АТПР ТН-М-0159-04.22

Альбом технических и проектных решений повторного применения по использованию теплонасосного оборудования в системах теплохладоснабжения объектов Московского метрополитена

Применение теплонасосных систем для теплохладоснабжения воздушных тепловых завес

Стадия	Лист	Листов
	56	56

Схема холодоснабжения от теплонасосной системы теплоснабжения ВТЗ

ОАО "ИНСОЛАР-ИНВЕСТ"

Формат А3

Перв. прим. | Справ. № | Подп. и дата | Инв. № дубл. | Взам.инв. № | Подп. и дата | Инв. № подл.