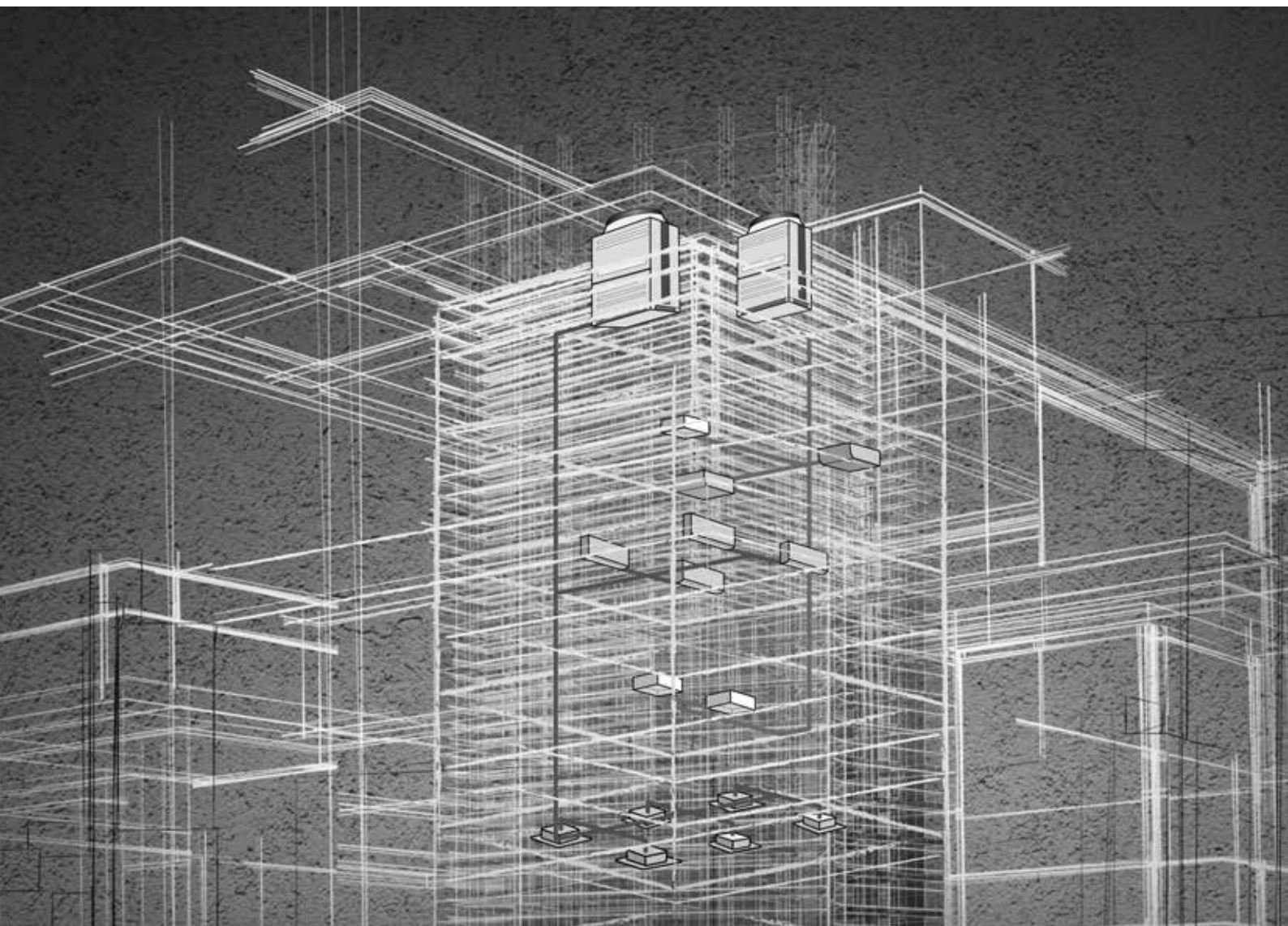


# Hisense VRF



**Руководство по проектированию**

**VRF-систем Hisense**



работаем с 1993 года

**BREEZ**

КЛИМАТИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ



<b>Введение.....</b>	<b>4</b>
<b>Расчет и проектирование VRF-систем Hisense.....</b>	<b>5</b>
<b>Уровень шума блоков.....</b>	<b>41</b>
<b>ПДК хладагента.....</b>	<b>42</b>
<b>Пример.....</b>	<b>44</b>
<b>Список литературы.....</b>	<b>52</b>

## Введение

VRF (Variable Refrigerant Flow) — система мультizonального кондиционирования воздуха с переменным расходом хладагента. Переменный расход хладагента — это общий принцип регулирования холодопроизводительности системы кондиционирования, который реализован как в управлении работой компрессоров наружного блока, так и регулирующей аппаратурой внутренних блоков.

Область применения — это офисы, гостиницы, школы, жилые помещения, то есть объекты, преимущественно, с большим числом помещений, с различной тепловой нагрузкой и различными требованиями по комфортным условиям.

### Новая VRF-система Hisense. Энергоэффективная серия X

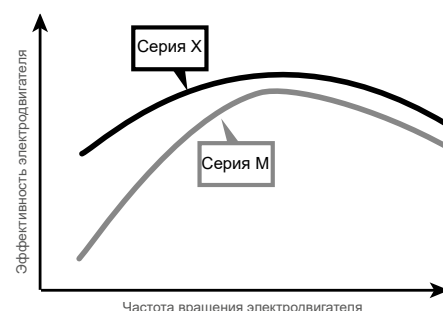
В 2017 году корпорация Hisense выпустила на рынок принципиально новую VRF-систему серии X. Ее отличие от предыдущих серий M и G заключается в использовании только одного инверторного компрессора в каждом наружном блоке. Заново был спроектирован холодильный контур, переработан теплообменник и применены новые двигатели и крыльчатка вентиляторов.

Данный комплекс мероприятий позволил достичь коэффициента энергоэффективности (EER) 4,68, повысить надежность системы, уменьшить массу блоков и установочную площадь, поднять эффективность работы при низких и высоких нагрузках.

Конструктив теплообменника позволяет получить больше жидкого хладагента на выходе за счет увеличенного числа заходов и оптимизации потоков хладагента и воздуха. Нижняя часть теплообменника реализует первую ступень переохлаждения, вторая ступень — теплообменник труба в трубе обеспечивает стабильность производства жидкого фреона, уменьшает потери давления по длине жидкостного трубопровода, гарантирует стабильность работы ЭРВ внутренних блоков из-за отсутствия вероятности возникновения пузырьков газа в линии.

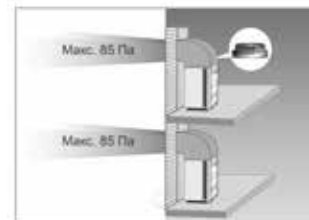
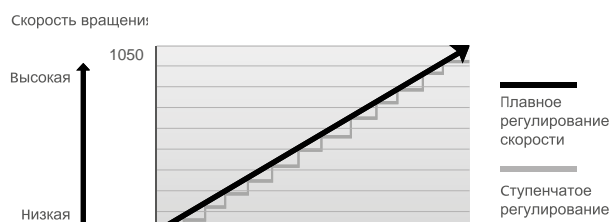
Компрессор Mitsubishi Electric — основной узел, сердце системы — это компрессор с инверторным приводом, обновленным бесщеточным шестиполосным двигателем постоянного тока с увеличенным крутящим моментом и повышенной эффективностью на малых оборотах. В каждом наружном блоке установлен только один компрессор. Это избавляет систему от уравнивания уровня масла между компрессорами внутри одного наружного блока, а между блоками комбинированной системы масло выравнивается автоматически без какой-либо маслоуравнивающей трубки по запрограммированному алгоритму. В каждый момент времени система определяет количество масла в компрессоре и запускает алгоритм сбора масла при необходимости.

Дополнительную защиту от сухого хода обеспечивает двухступенчатая система сепарации масла: первая ступень реализована в камере высокого давления компрессора, вторая ступень — классический маслоотделитель на выходе компрессора. Плюс, картер компрессора имеет увеличенный объем, что позволяет всегда иметь небольшой запас масла внутри.



В отличие от серии M, где устанавливался 25-ти скоростной вентилятор наружного блока, вентиляторы новой серии X оснащаются DC-инверторным двигателем, что дает плавное регулирование скорости его вращения, точный контроль температуры переохлаждения и стабильность давления нагнетания и всасывания компрессора.

Напор вентилятора в 85 Па позволяет отводить теплый воздух от блока по воздуховодам при установке на технических этажах.



## Расчет и проектирование VRF-систем Hisense

### Рекомендуемая последовательность проектирования:

1. Расчет теплоступлений в кондиционируемые помещения
2. Общие рекомендации для выбора систем
3. Выбор конструктивного исполнения и размещение внутренних блоков
4. Определение количества и типа наружных блоков
5. Трассировка фреоновых проводов
6. Разработка дренажной системы
7. Расположение наружных блоков
8. Проектирование сети управления и электропитания блоков
9. Разработка системы управления

### Расчет теплоступлений в кондиционируемые помещения

Расчет теплоступлений в помещения ведется в обычном порядке. Особенностей расчета, связанных с VRF-системой, нет.

Существует множество методик расчета теплоизбытков в кондиционируемых помещениях. Все эти методики являются укрупненными в большей или меньшей степени.

1. Методика, привязанная к площади обслуживаемых помещений:
  - 100 – 120 Вт/м<sup>2</sup> для жилых помещений с окнами на север;
  - 150 – 200 Вт/м<sup>2</sup> для офисных или жилых помещений с окнами на солнечную сторону;
  - 250 Вт/м<sup>2</sup> и более для помещений, насыщенных оборудованием.
2. Методика, привязанная к объему обслуживаемого помещения:
  - 35 – 50 Вт/м<sup>3</sup> плюс теплоступления от находящихся в помещении людей и оборудования.

Более правильно считать теплоступления не по «квадратам», а по источникам тепла.

Вопрос, который иногда возникает — какие теплопритоки надо считать: полные или явные.

Дело в том, что полные теплоизбытки учитывают тепловую энергию, которая расходуется в том числе на испарение воды. А явные — только на повышение температуры внутреннего воздуха.

Так как внутренний блок VRF-систем охлаждает влажный воздух, часть влаги из воздуха конденсируется и удаляется из блока через дренаж. Следовательно, неизбежно часть энергии тратится на конденсацию влаги (скрытая теплота).

Можно посчитать только явные теплоизбытки в помещении и посчитать влаговыделения в помещении. Потом, по полученным значениям построить процесс охлаждения, в итоге мы все равно получим полную производительность блока.

Поэтому быстрее и проще считать полные теплоизбытки и полную производительность внутренних блоков.

Расчет теплопритоков помещения можно осуществлять разными способами, существует несколько методик. Одни более подробны, другие упрощенные и служат для быстрого оценочного расчета системы.

Нижеприведённый расчет теплопритоков помещения учитывает все основные теплопритоки, недооценка которых на наш взгляд нежелательна.

Для долговечной надежной работы кондиционера важно, чтобы его холодопроизводительность была немного большей чем величина реальных теплопритоков помещения.

**Запас должен составлять 10 – 20% от максимальных теплоизбытков в помещении.**

#### Теплопритоки солнечной радиации:

В первую очередь, учитывают внешние теплопоступления. Это, прежде всего, солнечная радиация, проникающая через оконные проемы. Количество тепловой энергии, поступающей таким образом, зависит от расположения окна относительно сторон света, его площади и наличия или отсутствия на нем солнцезащитных элементов:

$$Q_{окн} = q_{окн} \times F_{окн} \times k, \text{ Вт}$$

где:

$q_{окн}$  – удельная тепловая мощность от солнечной радиации в зависимости от ориентации окна Вт/м<sup>2</sup>;

Ориентация окна	СВ	В	Ю-В	Ю	Ю-З	З	С-З	С
q, Вт/м <sup>2</sup>	190	250	240	240	350	470	370	0

$F_{окн}$  – площадь остекленной части окна, м<sup>2</sup>;

$k$  – коэффициент, учитывающий наличие солнцезащитных элементов на окне;

	Отсутствие защиты	Жалюзи	Шторы	Внешний навес
k	1	0,5	0,4	0,3

#### Теплопритоки от нагретого защитного сооружения:

$$Q_{зс} = q_{зс} \times F_{зс}, \text{ Вт}$$

где:

$q_{зс}$  – удельная тепловая мощность теплопередачи защитного сооружения, Вт/м<sup>2</sup>;

Защитное сооружение	q, Вт/м <sup>2</sup>
Внешняя стена легкой конструкции (север)	30
Внешняя стена легкой конструкции	60
Внешняя стена тяжелой конструкции (север)	20
Внешняя стена тяжелой конструкции	30
Внутренняя стена (если граничит с некондиционируемым помещением)	30
Крыша без утепления	60
Крыша с утеплением	25
Потолок	10
Пол	10

$F_{зс}$  – площадь защитного сооружения, м<sup>2</sup>.

Подробный расчет теплопритоков от солнечной радиации через окна и ограждающие конструкции можно произвести по Пособию 2.91 к СНиП 2.04.05-91 «Расчет поступления теплоты солнечной радиации в помещения».

### Теплопоступления с вентиляционным воздухом

Теплопритоки в помещение поступают с вентиляционным воздухом. Определить их можно по формуле:

$$Q_{\text{вент}} = L_n \times \rho_g \times (I_n - I_g) / 3,6, \text{ Вт}$$

где:

$L_n$  – расход приточного воздуха, м<sup>3</sup>/ч

$\rho_g$  – плотность приточного воздуха, кг/м<sup>3</sup>

$I_n, I_g$  – энтальпии приточного и удаляемого воздуха, кДж/кг

Если в помещении нет механических притоков вентиляционного воздуха, то теплопритоки можно оценить по формуле:

$$Q_{\text{вент}} = K \times V \times \rho_g \times (I_n - I_g) / 3,6, \text{ Вт}$$

где:

$K$  – кратность воздухообмена помещения, обменов/час. Для жилых помещений с естественным проветриванием величина  $K$  составляет 1-1,5.

$V$  – строительный объем помещения, м<sup>3</sup>

$\rho_g$  – плотность приточного воздуха, кг/м<sup>3</sup>

$I_n, I_g$  – энтальпии наружного и удаляемого воздуха, кДж/кг.

При открывании двери, воздух может проникать в помещение. Расчет теплопритока от открывания дверей можно оценить по формуле:

$$Q_{дверь} = F_{дверь} \times k, \text{ Вт}$$

где:

$F_{дверь}$  – площадь двери, м<sup>2</sup>

Чем больше площадь помещения, тем меньше теплоприток от открывания дверей. Для приближенных расчетов можно принять коэффициент  $k$  равным:

47 – для помещений до 50 кв.м

23 – для помещений от 50 до 150 кв.м

12 – для помещений от 150 кв.м

Для постоянно открытой наружной двери стандартного размера теплоприток принимают 300 Вт.

Вторая группа теплопритоков, это тепловыделения от внутренних источников в помещении – от людей, освещения, электрооборудования.

### Тепловыделения от людей:

$$Q_{л} = q_{л} \times n, \text{ Вт}$$

где:

$n$  – количество людей в соответствующем состоянии;

$q_{л}$  – тепловыделение одного человека, Вт/чел;

Деятельность	$q_{л}$ , Вт/чел.		
	«Стандартный» человек (1,7 м; 70 кг)	«Небольшой» человек (1,5 м; 50 кг)	«Большой» человек (1,9 м; 90 кг)
Сон	80	61	90
Покой сидя	113	87	128
Легкий труд	136	104	154
Ходьба	192	148	218
Тяжелый труд	452	348	512

Более подробная таблица тепловыделений от людей приведена в Приложении 1. (стр.52)

### Тепловыделения от электрооборудования:

$$Q_{э} = N_{э} \times m \times i, \text{ Вт}$$

где:

$m$  – количество единиц оборудования;

$N_{э}$  – электрическая мощность единицы оборудования, Вт;

$i$  – коэффициент превращения электрической энергии в тепловую;

Оборудование	$i$
Лампы накаливания	0,9
Лампы люминисцентные	0,4
Электродвигатели	0,3
Автономные холодильники и витрины	1

Для настольного компьютера тепловыделения принимают 300 – 400 Вт.  
 Расчет теплопритоков помещения можно считать завершенным.  
 Суммарная величина теплопритоков помещения будет составлять:

$$\Sigma Q = \Sigma Q_{\text{окн}} + \Sigma Q_{\text{ЗС}} + \Sigma Q_{\text{возд}} + \Sigma Q_{\text{л}} + \Sigma Q_{\text{э}}, \quad \text{Вт}$$

Затем проводится подбор кондиционера. Холодопроизводительность выбранного кондиционера должна на 10 – 20% превышать суммарную величину теплопритоков помещения:

$$Q_{\text{конд}} = (1,1 \div 1,2) \times \Sigma Q, \quad \text{Вт}$$

В качестве одного из инструментов расчета можно воспользоваться программой расчета, скачать которую можно по ссылке:

<http://hisense-aircon.ru/files/biblio/raschet-teplopostupleniy.xlsx>



## Общие рекомендации для выбора системы

Чтобы определиться с выбором типа и приблизительного конструктивного исполнения системы, необходимо помнить о некоторых правилах, которые продлят срок службы VRF-системы и сделают эксплуатацию наиболее простой.

1. Лучше проектировать малые и средние системы. Трубопроводы систем должны иметь минимальную длину для достижения лучшей производительности.
2. Минимизируйте количество внутренних блоков. Для рекомендуемого и максимального количества внутренних блоков существуют разные ограничения по длинам трасс. Лучше использовать блоки одинаковой производительности. Это лучше для распределения хладагента в системе и уменьшает потери давления в системе.
3. Объединение помещений с тепловыми нагрузками в разное время положительно скажется на производительности системы, стабильности ее работы и сроке эксплуатации.
4. Лучше проектировать одну систему на одном этаже, то есть минимизировать перепад высоты между внутренними блоками.
5. Большие помещения с периодической нагрузкой (например, залы совещаний) лучше проектировать как отдельные системы.
6. Помещения с интенсивными тепловыделениями (например, дата-центр, помещение колл-центра и т.д.) также лучше проектировать отдельными системами.
7. Помещения с необходимостью постоянного снятия теплопритоков (например, VIP-комнаты и залы) рекомендуется проектировать с резервированием и разделением на две независимые системы.

## Выбор конструктивного исполнения и размещение внутренних блоков

После того, как посчитаны теплопритоки в каждое помещение, необходимо определить тип и производительность внутреннего блока. Производительность блока зависит от температуры внутреннего воздуха и от уровня влажности в помещении.

Для определения полной производительности блока в расчетных условиях можно воспользоваться таблицей для данного типа блоков, либо скорректировать мощность по графику 1.

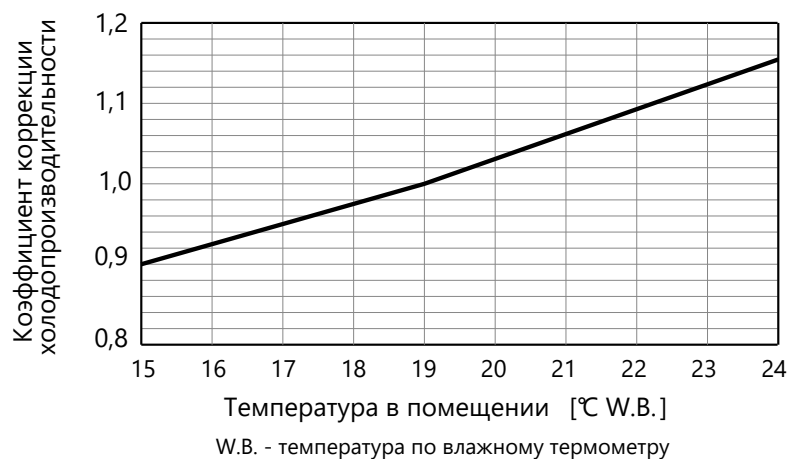


График 1. Коррекция производительности внутреннего блока по температуре влажного термометра

$$Q_{\text{корр}} = Q_{\text{ном}} \times k, \text{ кВт}$$

где:

$k$  – коэффициент, определяемый по графику 1.

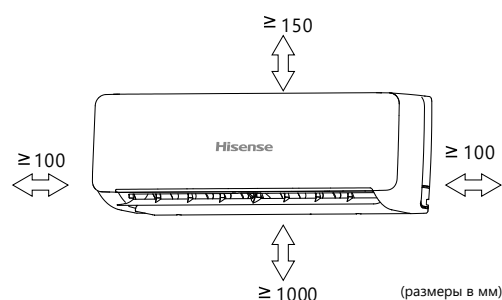
Важно помнить, что производительность внутренних блоков в каталоге указана при номинальных условиях +27°C и 50% относительной влажности, то есть при температуре влажного термометра равной +19°C.

Например, при температуре в помещении +22 °C и влажности 50%, температура влажного термометра составляет +15,4 °C. Тогда производительность блока AVC-24UX2SEB (производительность по каталогу  $Q_{\text{ном}} = 7,1$  кВт) составит  $Q_{\text{корр}} = Q_{\text{ном}} \times 0,91 = 6,53$  кВт. И если теплопритоки в помещение будут больше этой величины, то блок не сможет достичь целевой температуры.

Тип внутреннего блока следует выбирать, опираясь на геометрию помещения. Некоторые рекомендации и особенности установки различных типов внутренних блоков:

### Настенные блоки

Настенные блоки следует размещать на высоте не более 3 метров, но не менее 2,5 метров, т.к. при большей высоте установки струя охлажденного воздуха не сможет достичь нижней зоны помещения, а при меньшей — воздух в рабочей зоне будет излишне переохлажден. Размещать блок таким образом, чтобы струя отсекала основной теплоприток, например, вешать блок

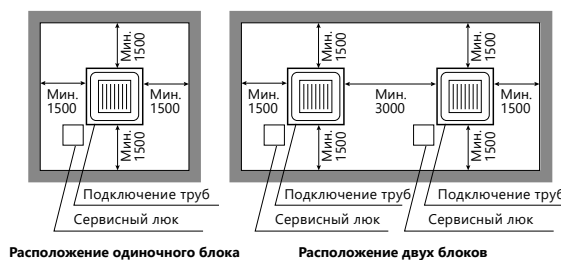


ближе к внешней стене, чтобы струя, направленная вдоль внешней стены, снимала теплоприток от солнечной радиации. Не размещать рабочие места в зоне прямой досягаемости струи, т.е. выгоднее установить блок, чтобы он «дул» в проход между рабочими местами.

Настенный блок забирает воздух верхней частью, то есть для нормальной циркуляции воздуха от потолка или препятствия над блоком надо оставлять 100 – 150 мм.

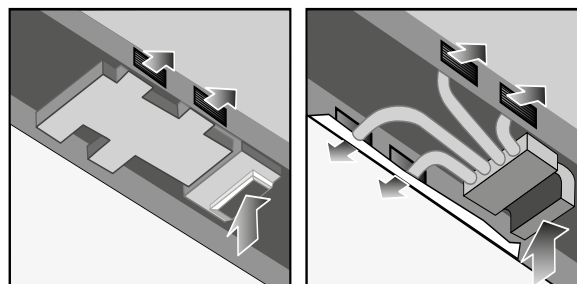
## Кассетные блоки

Кассетные блоки абсолютно неэффективны при большой высоте установки. На высоте более 5 – 6 метров кассетный кондиционер будет охлаждать только верхнюю зону, не поддерживая требуемые условия в рабочей зоне. Кассетные блоки необходимо располагать как минимум в 1,5 метрах от стены и как минимум в 3 метрах друг от друга. При несоблюдении данных величин блок будет засасывать свой же охлажденный воздух, либо охлажденный воздух соседнего блока, что приведет к установлению некорректной температуры в рабочей зоне. Учитывайте эти значения при размещении группы внутренних блоков в одном помещении.



## Канальные блоки

При выборе канальных блоков в большинстве случаев требуется сеть воздуховодов для подачи охлажденного воздуха в помещения. Необходимо учитывать сопротивление этой сети, как на приточной части, так и на вытяжной. Холодопроизводительность канальных блоков в каталоге указывается при определенном значении сопротивления сети. При увеличении сопротивления производительность блока падает, ее следует определять по графику для каждой конкретной модели. Располагая приточные и вытяжные решетки следует руководствоваться теми же правилами, что и для кассетных внутренних блоков в случае с четырехпоточными распределителями. В случае однопоточных распределителей необходимо направлять струю вдоль потолка, а не вертикально вниз для исключения сильного перепада температуры воздуха по высоте обслуживаемого помещения.



## Напольно-потолочные (консольные) блоки

Рекомендации по размещению этих блоков, обладающих мощной струей охлажденного воздуха, во многом схожи с рекомендациями для настенных блоков. Струю необходимо направлять для отсека основных теплопритоков и вне рабочей зоны. Так же не допускать препятствий забору воздуха. Данный тип блоков эффективен для охлаждения вытянутых помещений с достаточно высокими потолками. Блоки можно установить потоками навстречу друг другу над проходом вне рабочей зоны.

Рекомендации по установке других типов блоков комбинируются из рекомендаций для четырех основных типов, описанных выше.

После того, как определены производительности внутренних блоков и места их расположения, можно переходить к выбору наружных блоков.

## Определение количества и типа наружных блоков

Расчет мощности наружного блока должен производиться исходя из условия обеспечения максимальной холодопроизводительности внутренних блоков.

$$Q_{нар} = \sum Q_{(вн(контр))} \times K, \text{ кВт}$$

Как правило, VRF-системы кондиционирования применяются в помещениях, где коэффициент неодновременности  $K < 1$ . То есть в один момент времени работает только часть внутренних блоков. Поэтому при проектировании VRF-систем необходимо выбирать внутренние блоки в пределах одной системы с неодновременными максимумами нагрузок, например, ориентированные по разным фасадам здания. Такой выбор приводит к равномерной загрузке наружного блока в течение суток и меньшей расчетной мощности наружного блока.

Коэффициент неодновременности  $K$  зависит в первую очередь от теплового режима здания (график 2.), но не может быть больше определенных величин, зависящих от конструкции VRF-систем. Например, для серии X HISENSE сумма номинальных мощностей (индексов) внутренних блоков не может быть больше 130% мощности наружного блока. То есть в один момент времени работает  $\sim 75\%$  внутренних блоков. Поэтому для определения мощности наружного блока необходимо знать три величины:

1. Сумму максимальных теплоизбытков обслуживаемых помещений.
2. Коэффициент неодновременности теплоизбытков помещений (характеристики объекта кондиционирования).
3. Сумму индексов внутренних блоков (характеристика системы кондиционирования).

Загрузка наружного блока может составлять:

100% ( $K=1$ ) – офисы с внутренними блоками по одному фасаду, однообъемные помещения.

110 – 115% ( $K=0,9 - 0,85$ ) – офисы с внутренними блоками по разным фасадам здания

120 – 125% ( $K=0,85 - 0,8$ ) – квартиры и коттеджи.

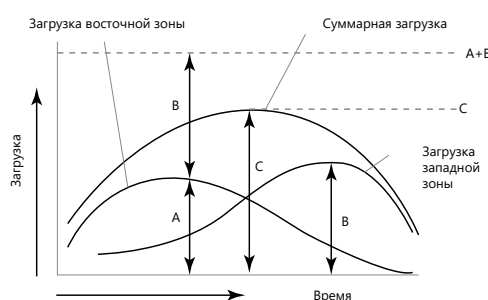


График 2. Суммарная тепловая нагрузка от помещений разных фасадов.

Производительность наружного блока в каталоге указана при определенной длине трассы равной 7,5 м и при перепаде высот равным 0 м. При увеличении длины магистралей выше номинала 7,5 м происходит увеличение гидравлической характеристики сети и, соответственно, уменьшение расхода фреона в системе. Наружный блок уменьшает общий расход фреона, сохраняя перепад давления в системе. Корректированную производительность наружного блока определяют из графика:

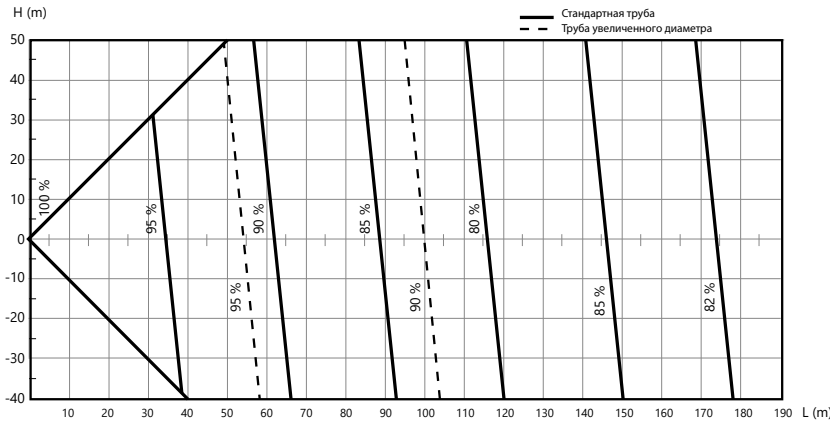


График 3. Определение производительности наружного блока от эквивалентной длины трубопровода.

Наружный блок выбирается из условия обеспечения максимальной скорректированной производительности внутренних блоков с учетом коэффициента неодновременности и с условием корректировки производительности блока в зависимости от эквивалентной длины трассы до блока и перепада высоты.

Сначала определяется суммарная скорректированная производительность внутренних блоков с учетом коэффициента неодновременности нагрузки  $Q_{\text{общ}}$ :

$$Q_{\text{общ}} = \sum_{i=1}^N Q_{i(\text{корр})}, \text{ кВт}$$

где:

$N$  – число блоков.

Затем определяется производительность наружного блока  $Q_{\text{корр(нар)}}$  с учетом коэффициента корректировки  $k_{\text{нар}}$  по графику 3:

$$Q_{\text{корр(нар)}} = Q_{\text{ном(нар)}} \times k_{\text{нар}}, \text{ кВт}$$

Полученная величина  $Q_{\text{корр(нар)}}$  должна быть больше или равна  $Q_{\text{общ}}$ . Только в таком случае наружный блок сможет обеспечить потребность внутренних блоков в холоде в любой момент времени, то есть система будет выполнять свою задачу.

Так же необходимо проверить индексы:

$$\frac{\text{Сумма индексов всех внутренних блоков системы}}{\text{Индекс наружного блока}} \times 100\% \leq 130\%$$

Если отношение индексов будет более 130%, то система не запустится. Более подробный расчет рассмотрен в примере.

При определении серии наружных блоков необходимо опираться на существующие ограничения по числу подключаемых блоков и допустимые перепады высот и длины трасс. Подробно эту информацию можно посмотреть в каталоге для каждой серии.

## Трассировка фреонопроводов

Сравнивая конфигурацию VRF-систем с более простыми и понятными системами водяного отопления, нужно отметить разный подход к обвязке внутренних блоков трубопроводами.

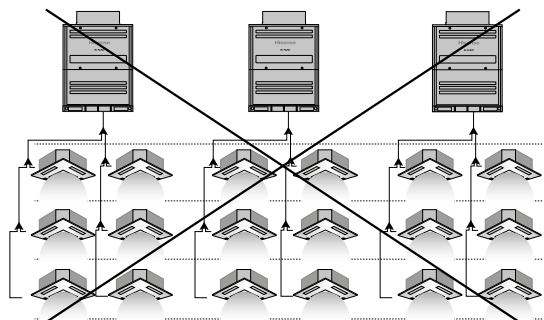


Рисунок 1. Вертикальная компоновка системы

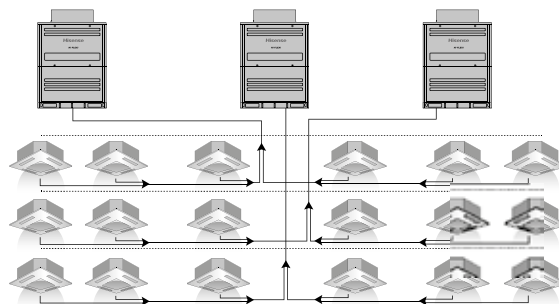


Рисунок 2. Горизонтальная (рекомендуемая) обвязка внутренних блоков VRF-систем

Для VRF-систем характерна горизонтальная обвязка внутренних блоков, а для систем водяного отопления — преимущественно вертикальные коллекторные трубопроводы. Эта разница объясняется разным фазовым составом энергоносителя. Вода в системах отопления — это всегда жидкость с примерно одинаковой плотностью. Фреон же на входе во внутренний блок — это жидкость (на больших длинах трубопроводов — смесь жидкости и газа), а на выходе из внутреннего блока — газ. Поэтому для VRF-систем критично равномерное поступление потоков во внутренние блоки. В случае большой разницы по высоте между внутренними блоками, хладагент поступает к ним неравномерно, и может провоцироваться ситуация, когда нижние внутренние блоки будут работать на холод значительно лучше, чем верхние. Особенно это критично в случае недоразмеренных наружных блоков. Принципиально делать большой (более 15 метров) перепад между внутренними блоками возможно, но тогда нужно принимать производительность наружного блока равной производительности внутренних. Пофасадная обвязка внутренних блоков — это когда внутренние блоки помещений по одному фасаду здания соединяются фреонопроводами с одним наружным блоком. А помещения по другому фасаду — со вторым наружным блоком.

Существует мнение, что в переходный период года возникнет необходимость разных режимов работы (тепло или холод) в помещениях по разным фасадам здания. Однако на практике это не подтверждается. Поэтому рекомендуется смешанная обвязка внутренних блоков, чтобы в пределах одной системы находились внутренние блоки с разными температурными режимами работы. Преимущества такой обвязки следующие:

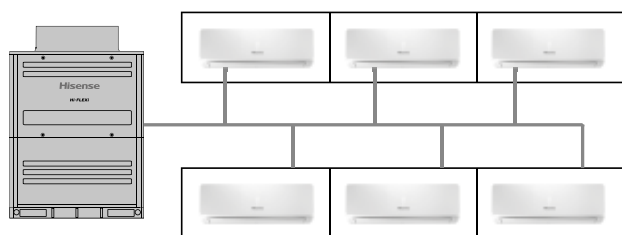


Рисунок 3. Смешанная обвязка фасадов внутренних блоков

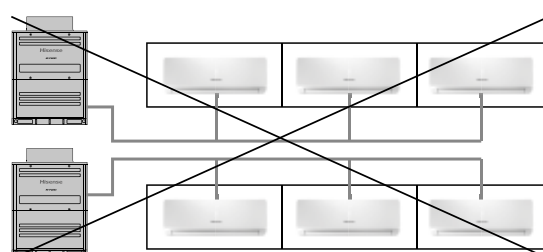
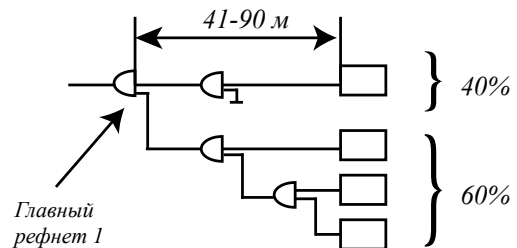
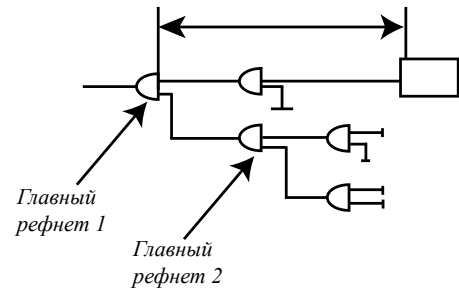
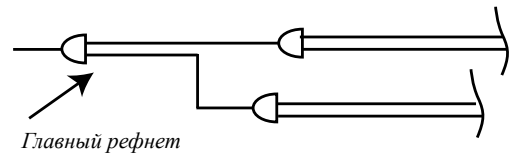


Рисунок 4. Пофасадная обвязка внутренних блоков

1. Реализуется принцип многозональности VRF-систем. Утром солнечная радиация греет восточный фасад здания, и большая часть хладагента подается туда. Во второй половине дня греется уже западный фасад, и система перераспределяет фреон по-новому. В результате суммарный расход фреона значительно снижается и можно подобрать наружный блок меньшей мощности относительно внутренних блоков.
2. Уменьшается расход меди на обвязку внутренних блоков. Нет двух параллельных веток.
3. Нагрузка наружного блока происходит более равномерно во времени, без скачков.

При прокладке фреопровода по помещениям необходимо принимать во внимание некоторые ограничения на расположение разветвителей и конфигурацию трассы:

1. Участки трассы должны иметь наименьшую длину.
2. Исключать ненужного ветвления фреопровода. Схема ответвления от рефнета к рефнету и блоку предпочтительнее, чем схема ответвления от рефнета на два других рефнета. Для дальнейшего использования введем понятие главный рефнет — это рефнет, ответвление от которого происходит на два других рефнета.
3. При удалении внутреннего блока на расстояние от 41 м до 90 м допускается применение только двух главных рефнетов. При удалении блока менее, чем на 40 метров число главных рефнетов не ограничено.
4. При удалении внутреннего блока на расстояние от 41 м до 90 м допускается распределение нагрузки между плечами после первого главного рефнета в пропорции 40% – 60%. При удалении блока менее, чем на 40 метров пропорции не регламентируются.
5. Существует две величины: рекомендованное и максимальное количество подключаемых блоков. Ограничения на длины участков трассы зависят от количества подключенных внутренних блоков.



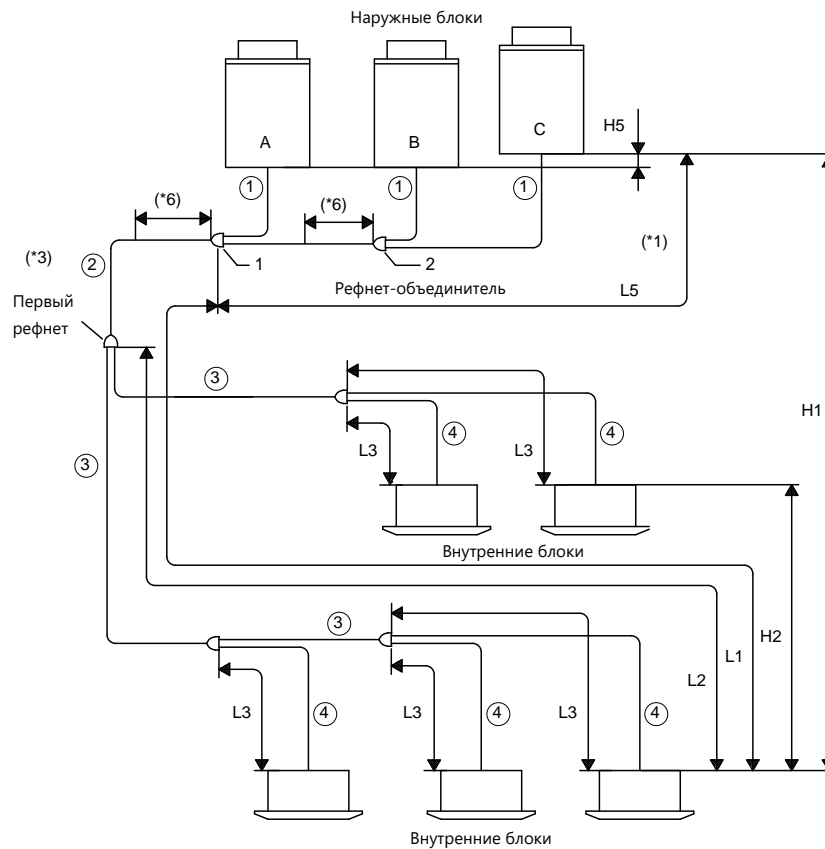
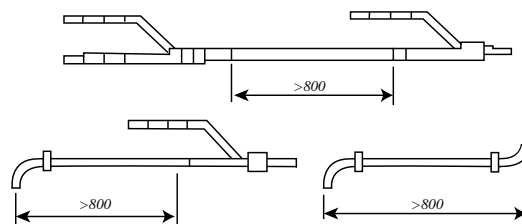


Рисунок 5. Схема фреонового контура комбинированной VRF-системы

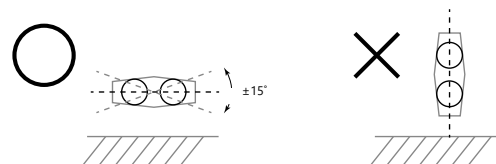
Допустимые значения				
		Обозначение	Менее рекомендуемого количества внутренних блоков	Более рекомендуемого количества внутренних блоков
Суммарная длина трассы, м			<1000	<300
Максимальная длина участка	Факт. длина, м	L1	<165	<165
	Эквивал. длина, м		<190	<190
Макс. расстояние от первого рефнета до самого дальнего блока, м		L2	<90	<40
Макс. расстояние от рефнета до блока, м		L3	<40	<30
Расстояние от рефнета до каждого наружного блока, м		L5	<10	<10
Перепад высот, м	НБ выше	H1	<50 (70*)	<50 (70*)
	НБ ниже		<40 (90*)	<40 (90*)
Перепад между внутренними блоками, м		H2	<15 (30*)	<15 (30*)
Перепад между наружными блоками, м		H5	<0,1	<0,1

\*после согласования с заводом-изготовителем

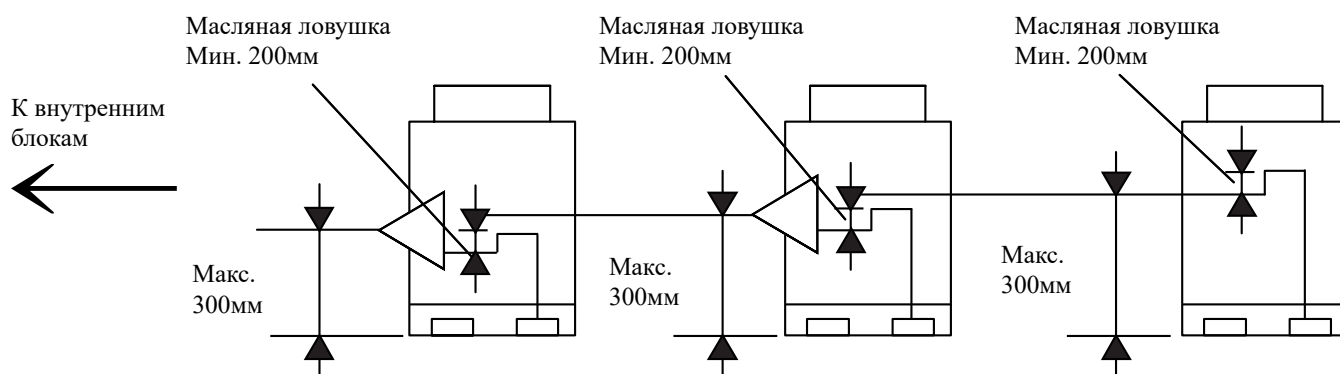
6. Расстояние между рефнетами должно быть более 800 мм. Расстояние между рефнетом и первым поворотом должно быть не менее 800 мм. Расстояние между поворотами также должно составлять 800 мм или более. Такие ограничения обеспечивают меньшее сопротивление движению хладагента и уменьшают вероятность возникновения турбулентного потока и преждевременного вскипания хладагента в трубопроводе.



7. Рефнет на горизонтальном участке трассы должен располагаться горизонтально в пределах допустимых отклонений  $\pm 15^\circ$ . Вертикальное расположение рефнета на горизонтальном участке не допускается. Рефнет на вертикальном участке трассы должен располагаться вертикально, величина поворота относительно оси трассы не регламентируется.



8. При прокладке трассы к группе наружных блоков необходимо учитывать то, что трасса и разветвители должны располагаться ниже уровня блоков, если трасса проходит выше (например, блоки стоят на земле), необходимо организовать масляные ловушки и поднять трассу не расстояние не более 300 мм от нижнего уровня блоков. Учитывайте это при организации сервисных зон. Высота масляной ловушки должна составлять более 200 мм.



## Расчет диаметров трубопроводов

После того, как определена структура фреоновой трассы с учетом всех ограничений и рекомендаций, можно рассчитывать диаметры трубопроводов. Самый простой и быстрый способ воспользоваться программой подбора. Скачать программу можно по ссылке:

<http://breez.ru/files/Hisense-VRF.rar>



Также можно воспользоваться ручным расчетом диаметров труб и размеров рефнетов. Сечение трубопровода зависит от производительности блоков, на него подключенных. Проще всего представить данные в виде таблицы.

Первый рефнет после наружного блока выбирается согласно мощности наружного блока:

Наружный блок (кБТЕ/ч)	Модель рефнета
76..96	У-1
114..154	У-2
172..229	У-2
250..460	У-3

Далее суммируются индексы внутренних блоков, расположенных после первого рефнета, и в зависимости от этой величины определяется диаметр труб и последующие рефнеты:

Сумма индексов внутренних блоков	Газовая труба (мм)	Жидкостная труба (мм)	Модель рефнета
менее 57	15,88	9,53	У-1
57..86	19,05	9,53	
86..114	22,2	9,53	
114..154	25,4	12,7	У-2
154..172	28,6	12,7	
172..250	28,6	15,88	
250..343	31,75	19,05	У-3
более 343	38,1	19,05	

Иногда удобнее начинать расчет с конца системы, постепенно увеличивая сумму индексов блоков.

Трасса до внутренних блоков ведется диаметрами подключения этих блоков:

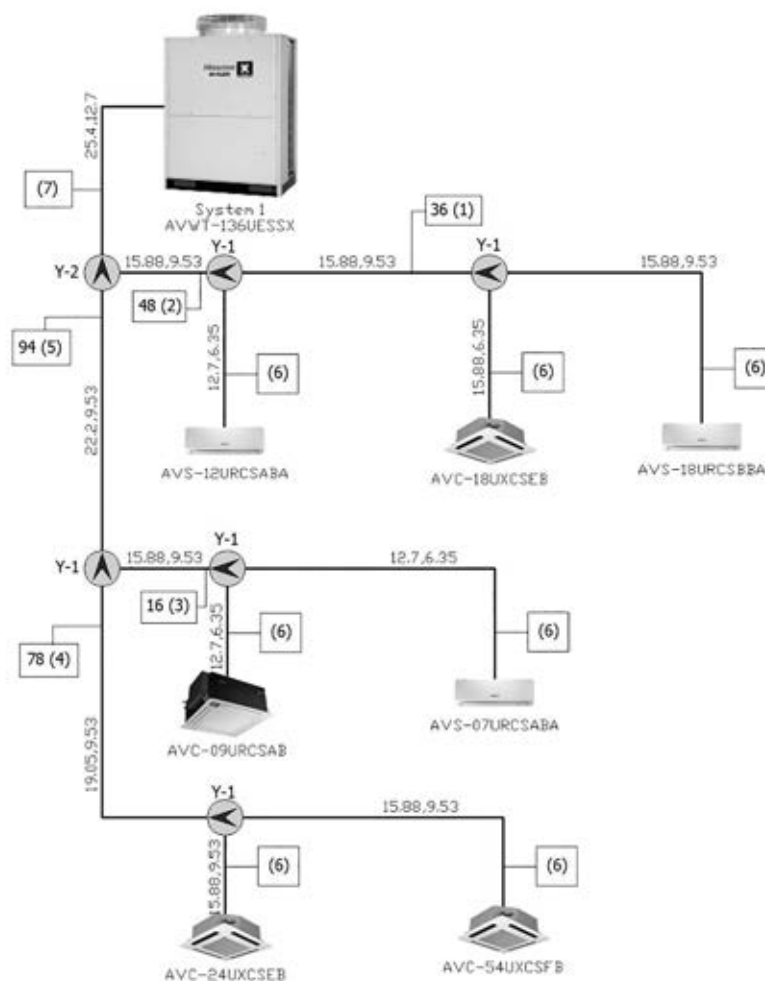
Внутренний блок (индекс)	Газовая труба (мм)	Жидкостная труба (мм)
07..14	12,7	6,35*
17..18	15,88	6,35*
22..54	15,88	9,53
76	19,05	9,53
96	22,2	9,53

\*при удалении внутреннего блока далее 15 м от рефнета, жидкостная труба должна быть  $\varnothing 9,53$  и подключаться к блоку через переходник.

Трасса от наружного блока до первого рефнета ведется диаметром подключения этого наружного блока (или группы блоков):

Наружный блок (кБТЕ/ч)	Газовая труба (мм)	Жидкостная труба (мм)
76	19,05	9,53
96	22,2	9,53
114	25,4	12,7
136		
154	28,6	12,7
172	28,6	15,88
190		
210		
229		
250	31,75	19,05
268		
290		
307		
324		
343	38,1	19,05
365		
386		
404		
420		
444		
460		

Рассмотрим на примере:



Наружный блок имеет производительность (индекс) 136 кБТЕ/ч, значит участок от наружного блока до первого рефнета (7) будет иметь диаметры 25,4/12,7. Первый рефнет по таблице для 136-го блока: Y-2.

Далее, участки от рефнетов до внутренних блоков (6) прокладываются диаметрами подключения этих блоков.

Потом, как говорилось выше, удобно считать трассу с конца, то есть на участке (1) сумма индексов блоков, к которым ведет этот участок, равна  $18+18 = 36$ , это меньше 57, значит диаметры этого участка будут 15,88/9,53.

Аналогично для участка (2):  $36+12=48 < 57$ , следовательно трубы будут 15,88/9,53

Для участка (3):  $09+07 = 16 < 57$ , трубы: 15,88/9,53.

Для участка (4):  $24+54 = 78$  — это в диапазоне 57..86, значит трубы: 19,05/9,53.

Для участка (5):  $16+78 = 94$  в диапазоне 86..114, трубы: 22,2/9,53.

Размер рефнета определяется суммой индексов блоков после этого рефнета.

Для участков (3), (4) сумма индексов = 94, рефнет Y-1.

Для участков (1), (6) сумма индексов = 48, рефнет Y-1.

Для участков (5), (2) сумма индексов = 142, рефнет Y-2, но в данном случае он определяется наружным блоком.

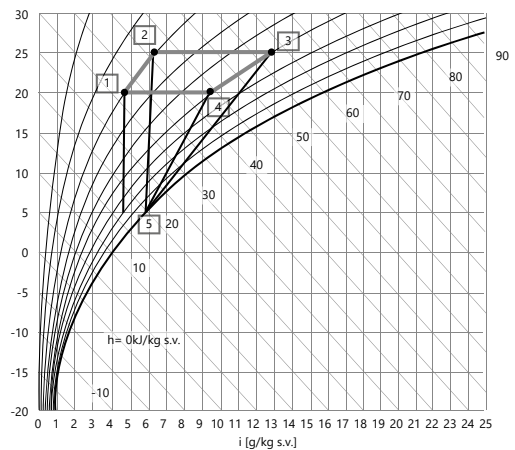
## Разработка дренажной системы

Процесс охлаждения воздуха в системах комфортного кондиционирования с использованием VRF-систем идет с выпадением конденсата. Поэтому расположить блок в помещении и подвести к нему фреоновый провод — это еще не всё. Очень важно отвести от блока образовавшийся конденсат.

Для начала расчета системы кондиционирования необходимо определить количество воды, которое способно образоваться на внутреннем блоке для определения диаметра отводящего трубопровода, его трассировки и уклона.

Комфортное кондиционирование воздуха направлено на поддержание в помещениях оптимальных параметров внутреннего воздуха, которые ограничены диапазонами значений по температуре 20 – 25°C, по относительной влажности 30 – 60 %. Таким образом, точка параметров внутреннего воздуха может находиться в любом месте области i-d диаграммы, ограниченной точками 1 – 2 – 3 – 4. Процесс охлаждения внутреннего воздуха сопровождается, с одной стороны, понижением его температуры (явная теплота), а с другой стороны, понижением его влажности (скрытая теплота). Чем больше отношение скрытой теплоты к явной теплоте в процессе охлаждения, тем большее количество влаги выделится из воздуха при одинаковой мощности.

Температура кипения фреона во внутреннем блоке около +5°C. Поэтому мы можем построить четыре процесса охлаждения из точек 1÷4 до точки 5 — пересечения линий температуры кипения хладагента и 100 % влажности. Из всех четырех линий наибольшим наклоном обладает линия 3 – 5, следовательно, именно данный процесс сопровождается наибольшим выделением влаги на единицу мощности кондиционера, т.к. процесс охлаждения внутреннего воздуха сопровождается понижением его температуры (явная теплота) и понижением его абсолютной влажности (скрытая теплота), и чем больше отношение скрытой теплоты к явной теплоте в процессе охлаждения, тем большее количество влаги выделится из воздуха при одинаковой мощности.



Для того чтобы определить количество выделяющейся влаги, необходимо знать конечную точку процесса охлаждения.

Количество выделившейся влаги можно определить по формуле:

$$M = L_{yo} \times \rho \times (d_1 - d_2)$$

где:

$M$  – удельное количество выделившейся влаги при охлаждении внутреннего воздуха, г/(ч×кВт)

$L_{yo}$  – удельный расход воздуха внутреннего блока, м³/(ч×кВт)

$\rho$  – плотность внутреннего воздуха, кг/м³

$d_1$  – влагосодержание воздуха на входе во внутренний блок, г/кг с.в.

$d_2$  – влагосодержание воздуха на выходе из внутреннего блока, г/кг с.в.

Например, для настенного блока номинальной мощностью 2,8 кВт с расходом воздуха 660 м³/ч

( $L_{уд} = 660/2,8 = 235 \text{ м}^3/(\text{ч}\times\text{кВт})$ ) для воздуха с начальными параметрами  $+25^\circ\text{C}/60\%$  ( $d_1 = 11,9 \text{ г/кг}$ ) и конечными  $18,2^\circ\text{C}/74\%$  ( $d_2 = 9,7 \text{ г/кг}$ ) удельное количество влаги составит:

$$M = 235 \times 1,2 \times (11,9 - 9,7) = 620 \text{ г}/(\text{ч}\times\text{кВт})$$

Эта величина ( $\approx 620 \text{ г/кВт}$  в час) будет сохраняться для всех типов внутренних блоков.

Полученная величина удельного расхода дренажа — это максимальный расход дренажа во внутреннем блоке при определенных условиях. Фактически, расход дренажа будет меняться во времени в зависимости от параметров расчетной точки. Вероятность того, что несколько внутренних блоков будут одновременно работать в режиме максимального количества дренажа, низка. Чем больше блоков в одной системе, тем ниже вероятность одновременного максимума.

С учетом вероятности работы системы в том или ином режиме и выбора целевой температуры в помещении результаты расчетного расхода конденсата можно представить в виде таблицы:

Суммарная мощность охлаждения внутренних блоков, кВт	Количество обслуживаемых внутренних блоков N					
	1	2	4	8	16	32
2	1,4	1,0	-	-	-	-
4	2,8	2,1	1,9	-	-	-
8	5,6	4,1	3,8	3,6	-	-
16	11,2	8,3	7,7	7,2	6,7	-
32	22,4	16,6	15,4	14,3	13,5	12,8
64	44,8	33,1	30,7	28,7	27,0	25,6
128	-	66,2	61,4	57,3	53,9	51,2
256	-	-	122,9	114,7	107,9	102,4
512	-	-	-	229	216	205
1024	-	-	-	-	431	410

Таблица 1. Расчетный расход конденсата (л/ч)

Подбор площади сечения дренажных трубопроводов проводится по формуле:

$$F_{ж.с.} = \frac{G_p^N}{V \times k_3 \times 3600 \times 1000}$$

где:

$G_p^N$  – расчетное количество конденсата на определенном участке дренажной сети, обслуживающем N внутренних блоков, л/ч

V – скорость движения конденсата в дренажном трубопроводе (0,2 – 0,4) м/с;

$k_3$  – коэффициент заполнения дренажного трубопровода (0,1 – 0,3).

Данные лучше представить в виде таблицы:

Суммарная мощность охлаждения внутренних блоков, кВт	Количество обслуживаемых внутренних блоков N					
	1	2	4	8	16	32 и более
2	15	32	-	-	-	-
4	20	32	32	-	-	-
8	20	32	32	32	-	-
16	20	32	32	32	32	-
32	25	32	32	32	32	32
64	32	32	32	32	32	32
128	-	40	40	32	32	32
256	-	-	50	50	50	50
512	-	-	-	80	80	80
1024	-	-	-	-	100	100

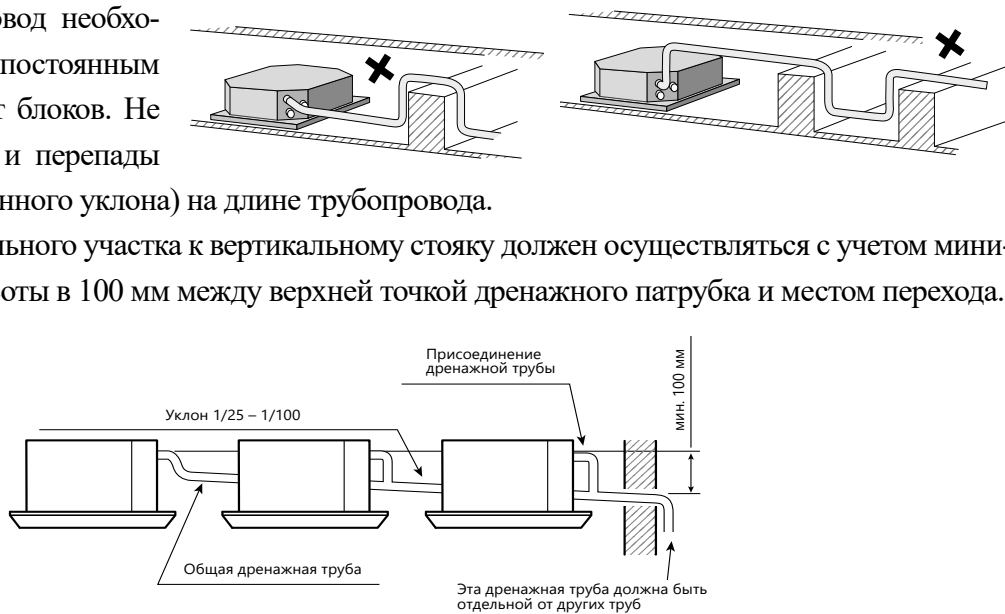
**Примечания:**

1. Для коллекторных участков системы рекомендуется применять трубопроводы минимальным диаметром 32 мм.
2. Для внутренних блоков с дренажным насосом (например, кассетных) диаметр трубопровода определяется диаметром присоединения к блоку.

Таблица 2. Внутренние диаметры дренажных трубопроводов (мм).

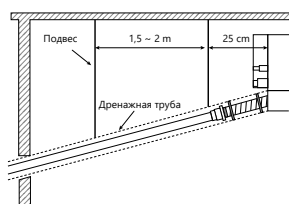
## Общие рекомендации по проектированию дренажной системы

1. Во избежание возникновения воздушных пробок в системе дренажа подсоединять стояк к коллекторному трубопроводу необходимо через гидрозатвор с разрывом струи.
2. Дренажный трубопровод необходимо прокладывать с постоянным уклоном в сторону от блоков. Не допускаются заломы и перепады высоты (кроме постоянного уклона) на длине трубопровода.
3. Переход от горизонтального участка к вертикальному стояку должен осуществляться с учетом минимальной разности высоты в 100 мм между верхней точкой дренажного патрубка и местом перехода.

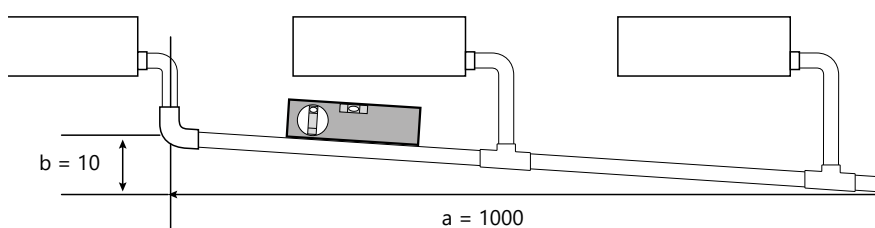


На данную рекомендацию следует обратить особое внимание, т.к. возможна ситуация, при которой выход дренажного трубопровода окажется ниже уровня подшивного потолка. Если данный момент не предусмотреть на этапе проектирования, скорее всего, на этапе монтажа будет нарушен постоян-

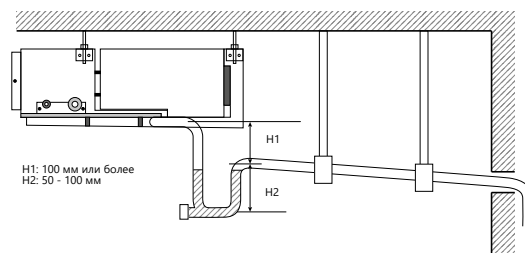
- ный уклон трубопровода, что приведет к неправильному функционированию дренажной системы.
4. Не допускается провисание трубопровода. Чтобы исключить эту возможность, расстояние между точками подвеса должно составлять 1,5 – 2 м.



5. Величина уклона, согласно рекомендациям производителя, должна составлять от 1/25 до 1/100.



6. Высоконапорные канальные блоки монтируются со специальным сифоном (гидрозатвором) на дренажном трубопроводе. Гидрозатвор устанавливается на внутренние блоки с большим отрицательным давлением на всасывании вентилятора. На каждый внутренний блок устанавливается отдельный гидрозатвор — один общий не дает эффекта. При ограниченной высоте подвесного потолка минимальную высоту  $H_1$  можно рассчитать по формуле:



$$H_1 = p / (\rho \times g), \text{ м}$$

где:

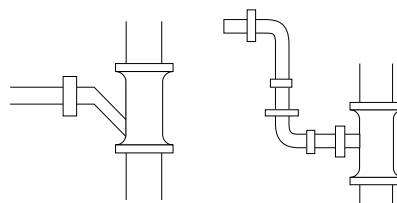
$p$  – статическое давление в зоне низкого давления, Па,

$\rho$  – плотность воды (1000 кг/м<sup>3</sup>),

$g$  – ускорение свободного падения (9,81 м/с<sup>2</sup>).

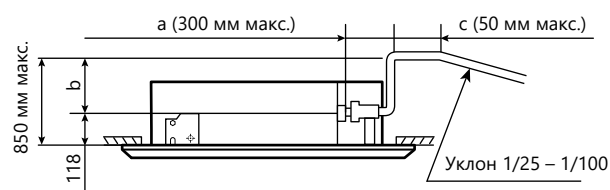
Если высота  $H_1$  будет менее расчетного значения, то водяной столб будет останавливаться на участке слива, вода не сможет перемещаться и будет заполнять поддон. При заполнении поддона вода может начать попадать в приточный канал кондиционера.

7. Подключать горизонтальный участок к вертикальному стояку необходимо одним из следующих способов.



8. К одному горизонтальному участку не рекомендуется подключать системы с дренажными насосами и самотечные системы, т.к. при такого рода подключении возможен перелив ванночки кондиционера без насоса.

9. После подъема дренажного трубопровода блока с насосом, трубопровод должен прокладываться с постоянным уклоном согласно рекомендациям выше. Высота подъема столба жидкости определяется для каждого типа блока индивидуально. Например, для компактного кассетного внутреннего блока эта высота составляет



Полноразмерный кассетный блок

максимально 740 мм, для полноразмерной кассеты – 850 мм. Использовать такие высоты подъема также не рекомендуется, т.к. такой режим работы снижает ресурс работы дренажного насоса.

10. Так как температура дренажа может достигать +5..+7°C следует изолировать дренажные трубопроводы во избежание образования конденсата на внешних стенках трубопровода.

## Расположение наружных блоков

Для начала необходимо определить конфигурацию системы, т.е. расположение внутренних блоков, трубопроводов и тройников друг относительно друга. На конфигурацию VRF-системы в зависимости от серии накладываются достаточно серьезные ограничения (конкретные значения см. в Каталоге VRF):

1. Максимальная длина жидкостных трубопроводов от наружного блока до самого удаленного внутреннего – от 100 до 165 метров.
2. Максимальная суммарная длина всех жидкостных трубопроводов в системе – от 300 до 1000 метров.
3. Максимальная длина трубопроводов от первого тройника до дальнего внутреннего блока – от 40 до 90 метров.
4. Максимальный перепад высот от наружного блока до самого удаленного (по вертикали) внутреннего – от 30 до 110 метров.
5. Максимальный перепад высот между самыми удаленными (по вертикали) внутренними блоками – от 15 до 30 метров.

С точки зрения расположения наружных блоков существуют три основных варианта:

1. Расположение наружных блоков на уровне нижней части здания рядом с ним.
2. Расположение наружных блоков на крыше здания.
3. Поэтажное расположение наружных блоков на специальных балконах (технических этажах).

## Расположение наружных блоков на уровне нижней части здания рядом с ним

Такое расположение имеет следующие недостатки:

1. При расположении наружных блоков ниже внутренних жидкий хладагент поднимается от наружного блока к внутренним блокам и в виде газа возвращается назад. Следовательно, наружный блок как бы постоянно борется с гидростатическим давлением жидкого фреона. Возникают дополнительные потери мощности наружного блока и снижается срок его эксплуатации.
2. Шум от наружного блока попадает непосредственно в зону нахождения людей. Причем рядом с блоком уровень шума гораздо больше за счет звука, отраженного от окружающих стен. Могут быть проблемы с жителями окружающих домов.
3. Трубопроводы длинные, большие гидравлические потери по длине.

## Расположение наружных блоков на крыше здания

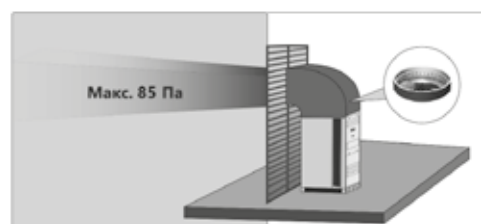
Такое расположение имеет следующие преимущества:

1. С точки зрения фреона: жидкий хладагент самотеком опускается вниз, поэтому нет потерь по высоте в режиме охлаждения. Большой срок эксплуатации наружного блока.
2. Уровень шума значительно меньше, т.к. звук от наружных блоков отражается от кровли и уходит вверх.

Недостаток — длинные трубопроводы, большие гидравлические потери по длине.

## Поэтажное расположение наружных блоков на специальных балконах

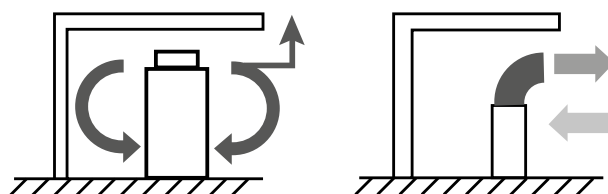
Идеальное расположение наружных блоков с точки зрения фреонового контура. От наружного блока теплый воздух выбрасывается через решетку на фасаде здания с помощью воздуховода. Либо же наружные блоки устанавливаются на балконах или на специально отведенных площадках с соблюдением рекомендуемых расстояний по установке.



Преимущества этого варианта следующие.

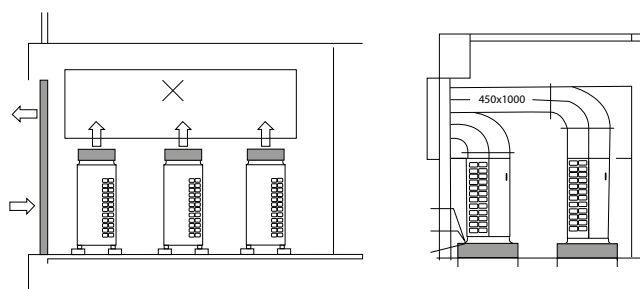
1. Минимальная длина трубопроводов, следовательно, минимальные потери мощности наружного блока.
2. Нулевой перепад высот, следовательно, идеальные условия возврата масла в компрессор.
3. Так как требуемая длина трубопроводов небольшая, можно применять мини-VRF-системы, у которых стоимость киловатта холода минимальна.

Наружный блок должен иметь достаточное пространство со всех сторон для обдува наружным воздухом и для удаления горячего воздуха. Не допускается расположение препятствий над наружным блоком (или перед ним в случае фронтального выдува воздуха для L и C серий), т.к. возникнет «теплое кольцо», блок начнет засасывать собственный горячий воздух. Температура приточного воздуха вырастет до +43°C, и блок остановится по защите.



В данной ситуации необходимо обеспечить отвод горячего воздуха от блока, например, с помощью короба-воздуховода. Соединение воздуховода и блока должно происходить через гибкую вставку. Рекомендуемая скорость движения воздуха в коробе составляет 4,5 – 6 м/с.

При использовании нескольких наружных блоков запрещается отвод горячего воздуха единым коробом, каждый наружный блок должен быть оснащен отдельным воздуховодом. Связано это с тем, что в случае отключения одного из блоков, горячий воздух соседнего блока может не доходить до улицы, а попадать через вентилятор нерабочего блока обратно в область забора воздуха.

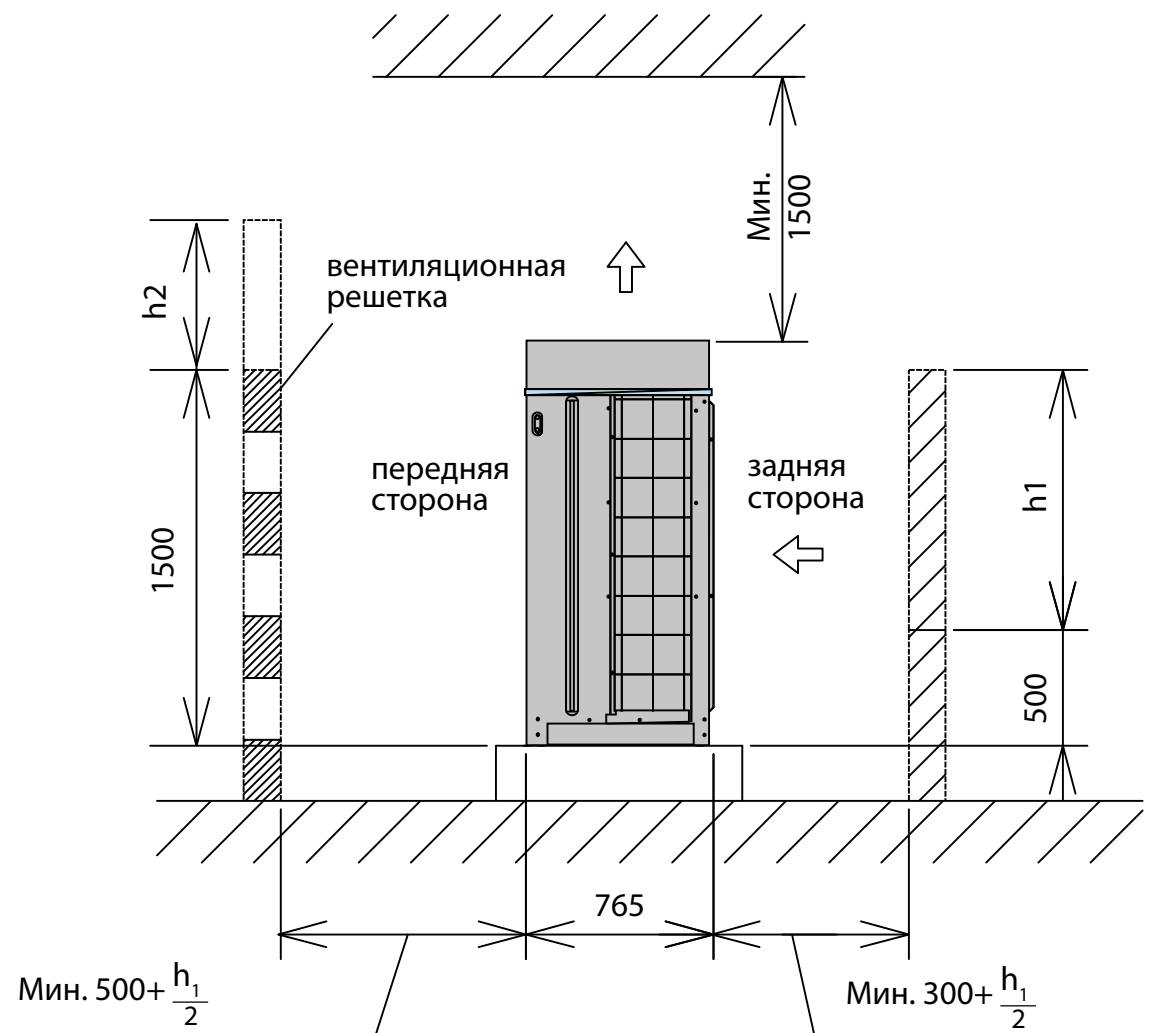


При использовании жалюзи для закрытия отверстий воздухозабора запрещается использование погодозащищенных жалюзи, т.к. это может привести к недостаточному расходу наружного воздуха и неэффективному теплосъему с наружного блока в режиме охлаждения. Площадь живого сечения защитного ограждения должна быть более 80%. Скорость воздуха в сечении воздухозаборника не должна превышать 1,6 м/с (1 м/с для блоков с фронтальным выдувом). Площадь воздухозабора должна быть в 3 – 4 раза больше площади выброса воздуха.

При расположении одного или группы блоков вне здания рядом с какими-либо препятствиями необходимо выдерживать следующие расстояния для обеспечения необходимой циркуляции воздуха:

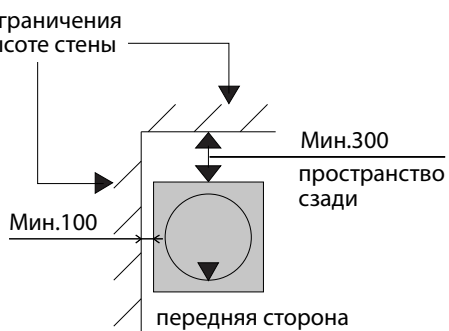
1. Препятствие сверху.

При нахождении препятствия на расстоянии менее 1,5 м от выброса воздуха необходимо устанавливать короб для отвода горячего воздуха. При наличии препятствия в верхней части блока необходимо обеспечить доступ воздуха с четырех сторон.

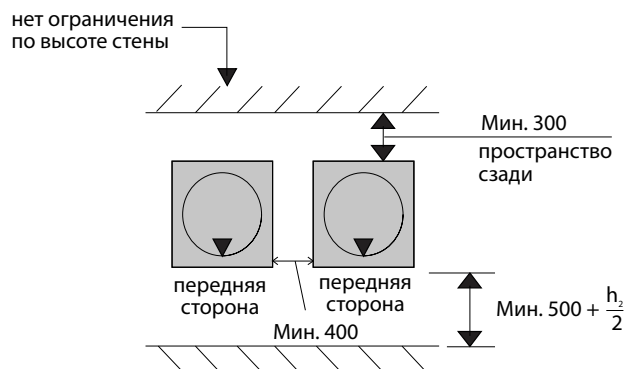
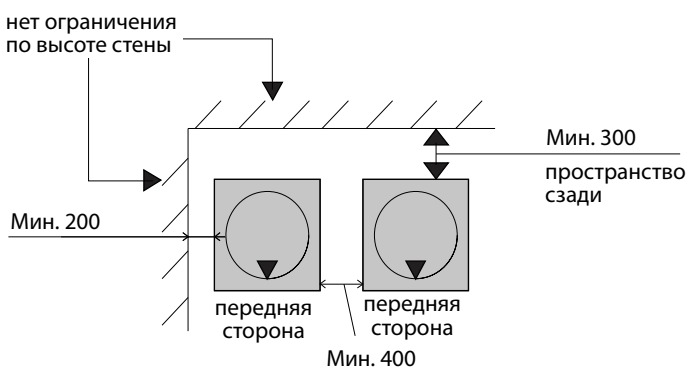
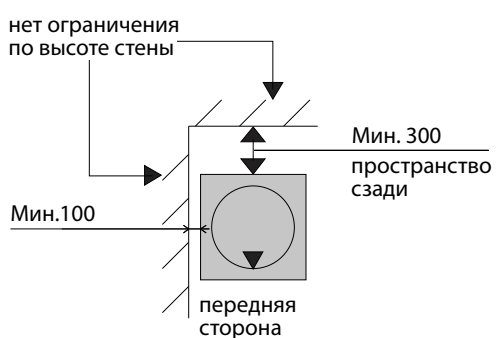


## 2. Стены (ограждения) с двух сторон.

Для одного блока (вид сверху)

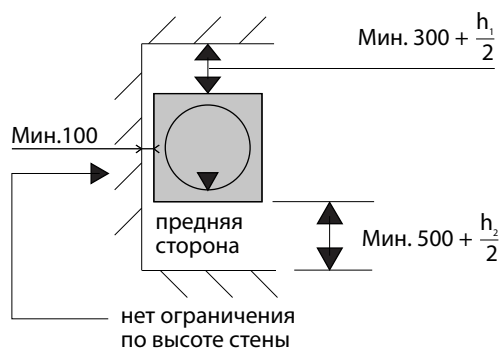


Для группы блоков (вид сверху)

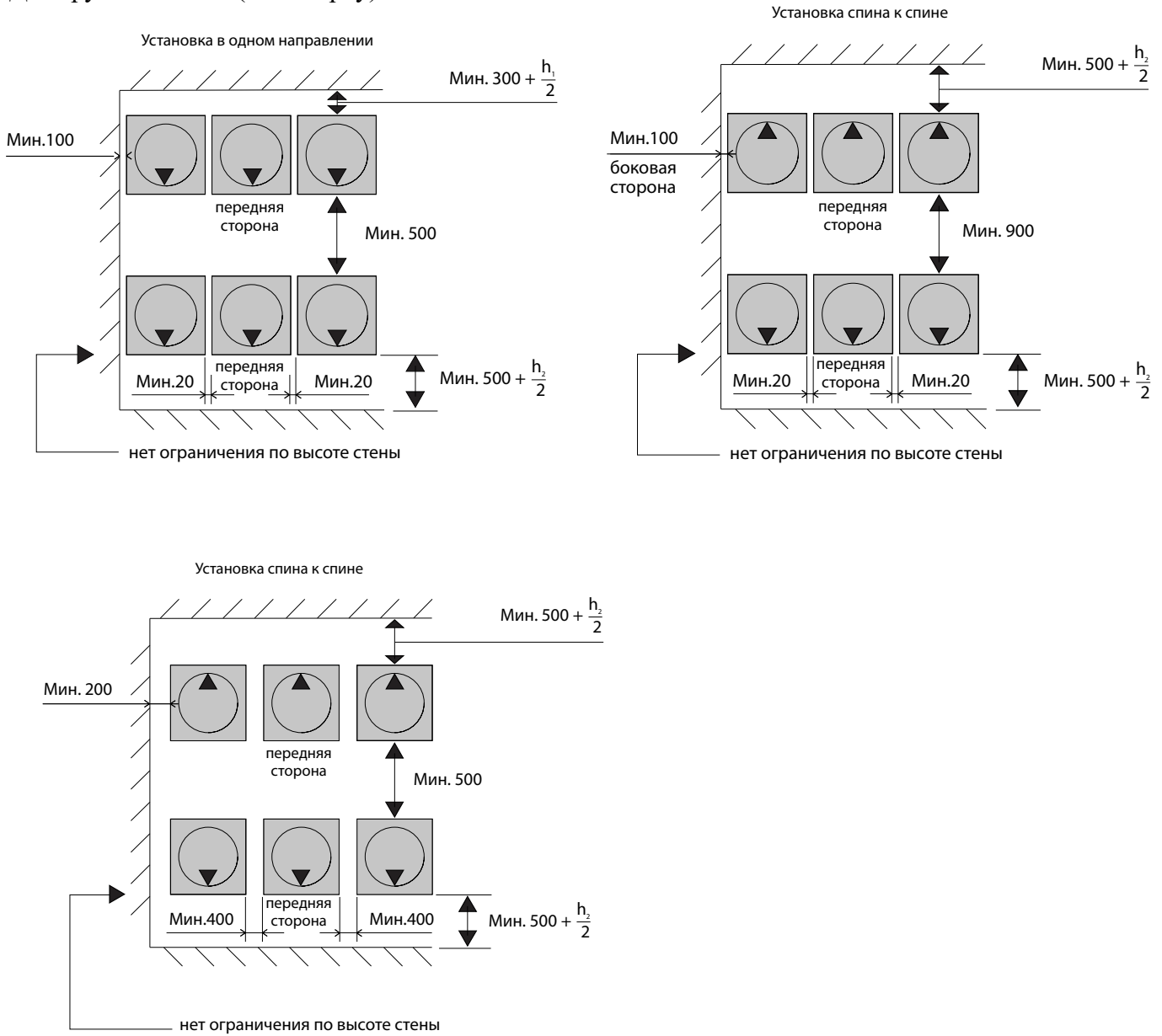


## 3. Стены (ограждения) с трех сторон.

Для одного блока (вид сверху)

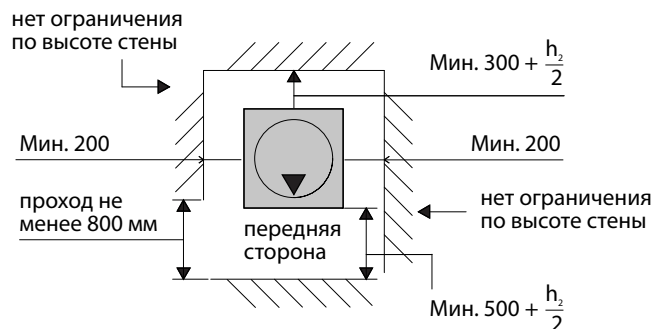


Для группы блоков (вид сверху)



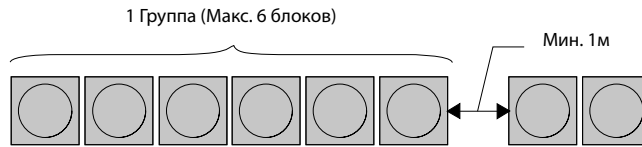
#### 4. Стены (ограждения) с четырех сторон.

Для одного блока (вид сверху)



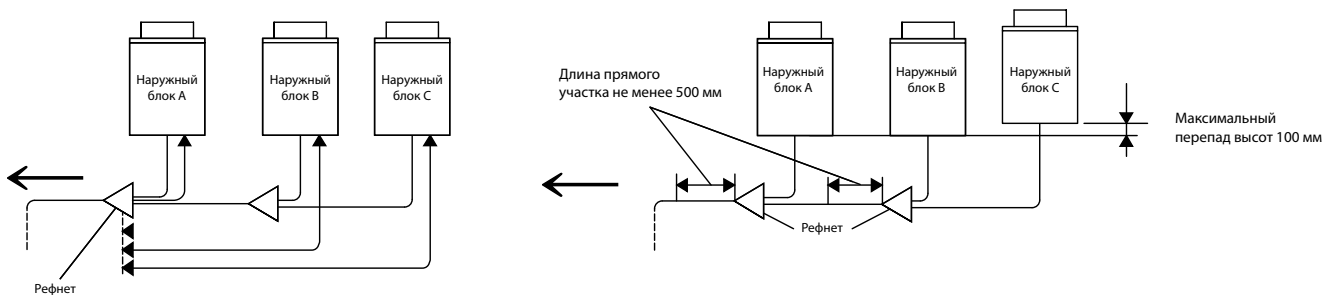


При расположении блоков группами допускается расположение не более 6 наружных блоков в одной группе. Следующая группа должна располагаться через 1 метр или более.

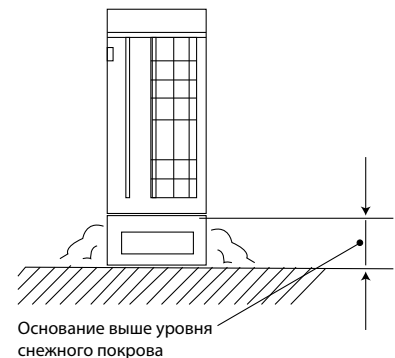


Данные расстояния обязательно учитывать при проектировании для корректной работы системы в процессе эксплуатации.

При расположении группы блоков в одном фреоновом контуре перепад высот между блоками этой группы не должен превышать 100 мм, а суммарная длина соединяющих их коммуникаций не может быть более 10 м.



Если наружный блок располагается на кровле или предполагается его использование в режиме обогрева в холодный период года, то рекомендуется устанавливать наружный блок на раму, высота которой определяется высотой снежного покрова. Блок должен находиться выше этого уровня. Чаще всего, рамы высотой 500 – 1000 мм достаточно для того чтобы проложить коммуникации, обеспечить отток конденсата от блока в режиме работы на обогрев и не допустить образования на нем наледи или засыпания снегом. Также рама в летний период года «спасает» от теплоты, накопленной кровлей.



## Проектирование сети управления и электропитания блоков

### Электрические соединения

Раздел проектирования электроснабжения VRF-системы должен осуществляться соответствующими специалистами. Со стороны проектировщика необходимо выдать задание на проектирование и соответствующие рекомендации.

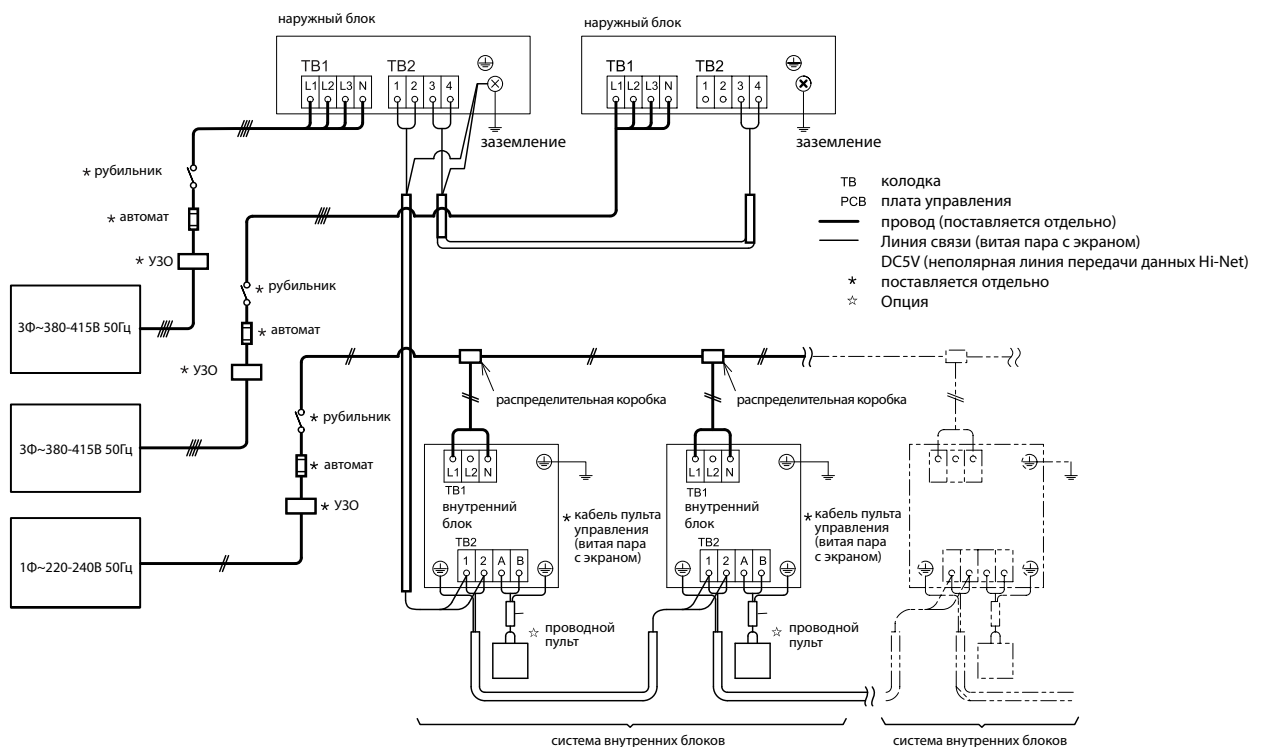
Для систем серии X рекомендованные сечения кабелей и номиналы автоматических выключателей представлены в таблице.

Модель (индекс)	Макс. рабочий ток, А	Кабель питания + заземление, мм <sup>2</sup>	Сигнальный кабель, мм <sup>2</sup>	УЗО		Автомат, А
				Номинальный ток, А	Чувствительность, мА	
76	16.1	4	0.75	20	30	20
96	17.0	6	0.75	30	30	30
114	23.0	6	0.75	40	30	40
136	28.0	10	0.75	50	30	40
154	31.0	10	0.75	50	30	50

При выдаче задания электрикам необходимо обратить внимание на следующие моменты:

1. Наружные блоки должны подключаться каждый отдельным кабелем. Соединение шлейфом не рекомендовано заводом-изготовителем.
2. Все внутренние блоки в пределах одной системы управления должны подключаться к одной фазе. Это связано с тем, что синхронизация управляющего сигнала происходит по кабелю электропитания.
3. Управляющий кабель — экранированная витая пара — слаботочная неполярная сеть с постоянным напряжением 5В должна прокладываться на расстоянии не менее 0,5 м от силовых коммуникаций.

В общем виде подключение проводов к блокам выглядит следующим образом:

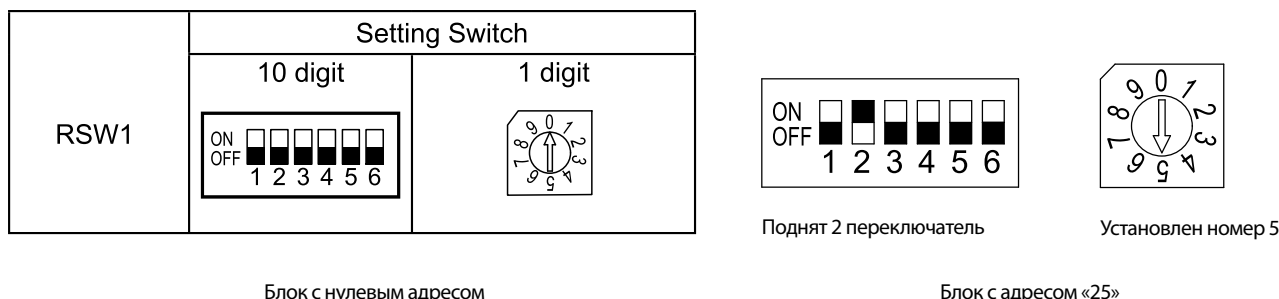


## Разработка системы управления

### Установка адресов блоков

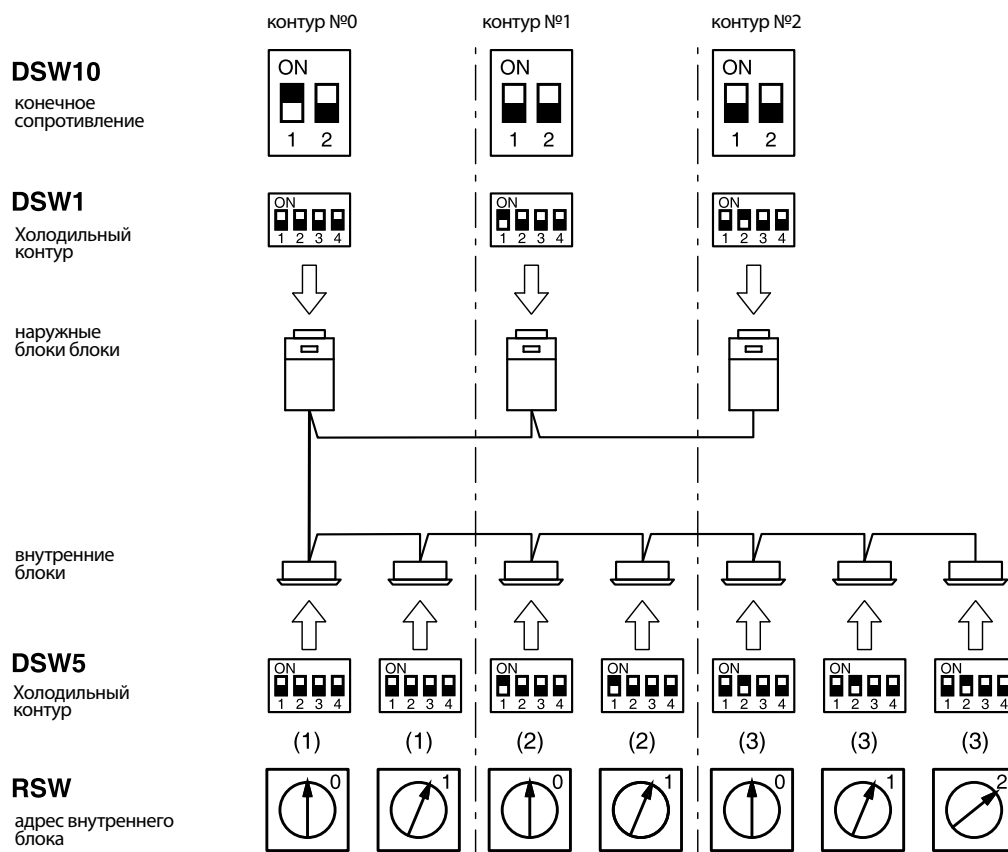
Все VRF-системы Hisense имеют автоматическую адресацию блоков. Блок получает адрес автоматически в момент подачи электропитания. Только блок с нулевым положением переключателя адреса может получить адрес автоматически.

Если некоторые блоки имеют установленные неповторяющиеся адреса, а часть блоков имеет нулевые адреса, то таким «нулевым» блокам адреса будут назначены автоматически и система будет работать. Если в системе встречаются блоки с одинаковыми адресами, отличными от 0, в пределах одного холодильного контура, то такая система работать не будет.



При объединении в одну систему управления внешних и внутренних блоков, относящихся к разным фреоновым контурам (системам) необходимо выставлять адрес этой системы. Адреса систем устанавливаются как на внутренних блоках, так и на наружных блоках. Номер системы на внутренних блоках должен соответствовать номеру системы, установленному на наружном блоке, к которому они подключены. Адреса внутренних блоков в разных системах могут быть одинаковыми.

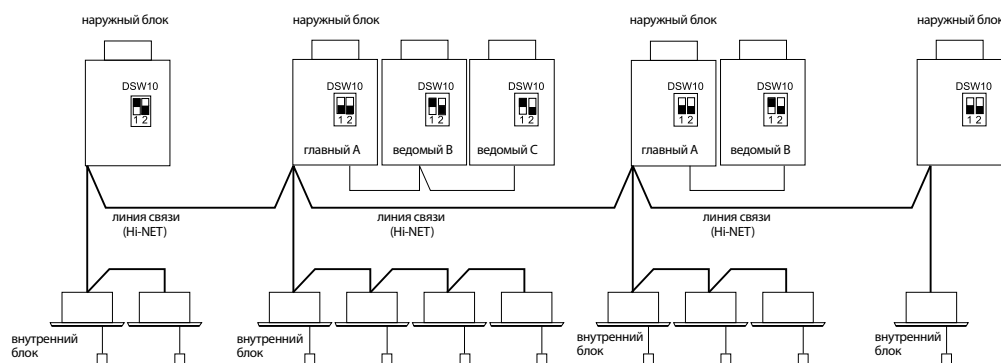
Объединение нескольких систем (фреоновых контуров) в одну систему управления выглядит следующим образом:



При соединении нескольких наружных блоков в одну фреоновую систему необходимо указать ведущий и ведомый блоки соответствующим переключателем DSW6.

Базовый блок (перед отправкой)	Комбинация базовых блоков		
	Блок А Главный	Блок В Ведомый	Блок С Ведомый

Некоторые производители используют сопротивления для установки в последних блоках системы управления для закрытия сигнальной линии. В системах Hisense используются переключатели DSW10 для установки сопротивления. При объединении систем в одну систему управления, необходимо у всех ведущих блоков, кроме одного, отключить это сопротивление.

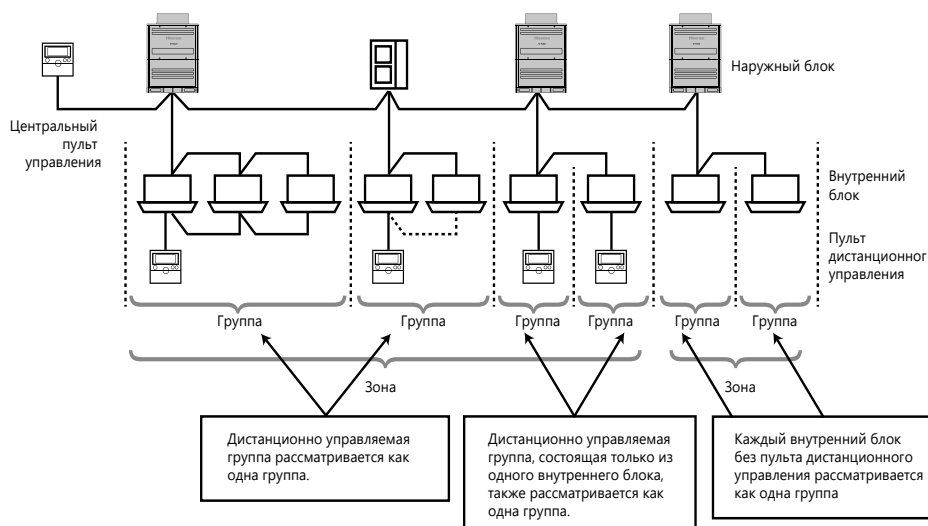


При использовании одиночного блока никаких дополнительных установок не требуется.

Рекомендуется при проектировании системы отобразить положение переключателей на чертежах рабочей документации — это сильно упростит процедуру монтажа и повысит качество проекта.

## Понятия блока и группы

Чтобы организовать центральное управление необходимо ввести понятие группы. Группа — это одиночный внутренний блок, не оснащённый проводным или беспроводным пультом управления или от 1 до 16 внутренних блоков, управляемых одним пультом управления.



## Приборы управления

### Индивидуальный проводной пульт управления

Проводной пульт НУХЕ-А01Н позволяет управлять максимум 16 внутренними блоками (в одном режиме) и задавать следующие стандартные параметры работы внутреннего блока: температура внутреннего воздуха (от 19 до 30°C в режиме охлаждения и от 10 до 30°C в режиме обогрева); режим работы (охлаждение, обогрев, осушение, вентиляция, автоматический); скорость вентилятора (высокая, средняя, низкая, автоматический выбор); положение воздушных жалюзи. Особенностью данного пульта является наличие термистора внутри корпуса, который позволяет измерять температуру непосредственно в обслуживаемом помещении. Если происходит какой-либо сбой, на дисплее высвечивается код ошибки. Как правило, подключение проводного пульта к внутреннему блоку осуществляется двухпроводным полярным кабелем.



### Индивидуальный пульт формата евророзетки

Данный пульт выполняет все функции индивидуального проводного пульта, но способен работать только с одним блоком и не имеет встроенного термистора. Данный пульт оснащен встроенным приемником ИК-сигналов.



### Индивидуальный беспроводной пульт управления

Принципиально все основные функции беспроводных пультов аналогичны функциям проводных. Различия в первую очередь касаются функции таймера, который в ИК-пультах упрощен и позволяет задать режим работы на 24 часа. Имеется также дополнительный таймер сна, который для предотвращения чрезмерного переохлаждения или перегрева в ночной период автоматически изменяет установки температуры согласно установленному времени.



### Центральная станция включения/отключения

Центральная станция предназначена для включения и выключения отдельных блоков или всех блоков одновременно. Поддерживает подключение до 16 групп по 8 блоков.

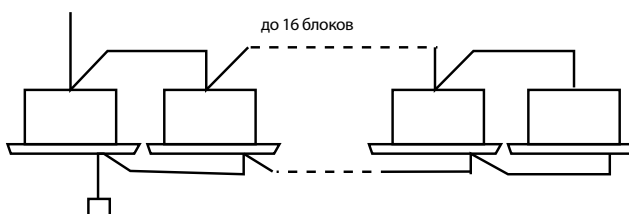


### Центральный контроллер

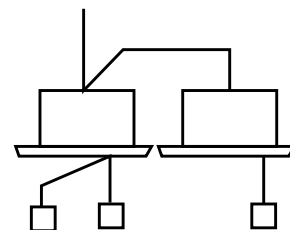
Центральный контроллер обеспечивает управление всеми функциями любого внутреннего блока. Контроллер требует собственного электропитания. Особенностью данного пульта является то, что он способен управлять 64 группами, при этом суммарное количество блоков не должно превышать 160 штук. Это ограничение необходимо учитывать при разработке системы управления. Если групп в одной системе управления больше, необходимо добавить центральные контроллеры. В дополнение к центральному контроллеру можно установить недельный таймер — программатор расписания работы на неделю. Недельный таймер без центрального контроллера или индивидуального проводного пульта не подключается.



С помощью одного проводного контроллера или одного беспроводного контроллера можно управлять группой кондиционеров в количестве



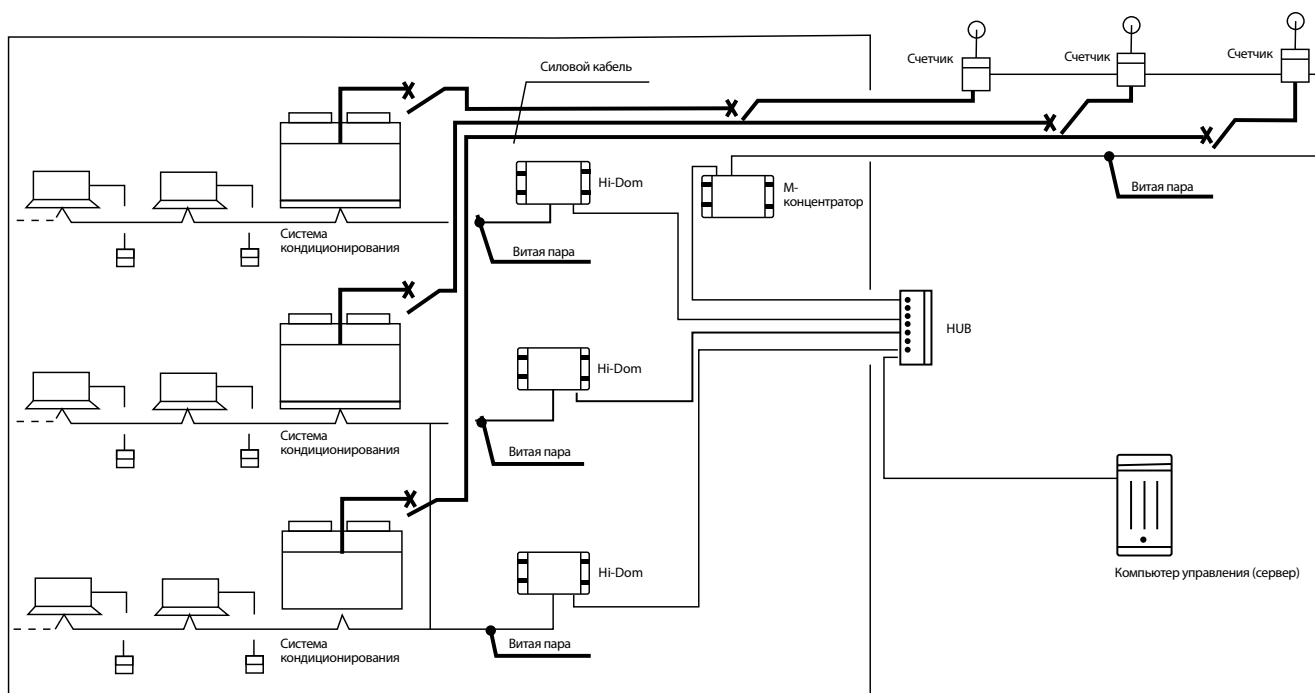
до 16 штук. Для этого внутренние блоки соединяются двухжильным кабелем и блок, к которому подключен проводной пульт (или ИК-приемник) является главным блоком. Режимы, выбранные на нем, транслируются на все ведомые блоки. При расположении нескольких блоков в одном помещении, измерения происходят по датчикам каждого внутреннего блока, а не ведущего блока, то есть при достижении целевой температуры любым блоком, он прекращает производство холода.



Так же к одному блоку можно подключить 2 пульта управления для передачи команд из разных помещений.

Для управления системой кондиционирования может применяться персональный компьютер. Для соединения используется адаптер Hi-Dom. Подключение происходит аналогично центральному контроллеру. Максимальное количество подключаемых адаптеров Hi-Dom 16 штук, количество управляемых наружных блоков ограничивается 64 штуками, общее число внутренних блоков не должно превышать 2048 штук. Адаптер требует отдельного питания. С помощью дополнительных шлюзов систему кондиционирования можно интегрировать систему управления зданием по протоколам ModBus, BacNet, KNX.

Используя адаптер Hi-Dom и дополнительный адаптер M-concentrator организовывается система раздельного учета энергопотребления. Подключение происходит аналогично подключению к ПК.



## Использование наружного блока VRF-системы в качестве ККБ

Наружные блоки VRF-систем могут использоваться в качестве ККБ. Так же, вместе с испарителями приточных установок система может содержать в себе и внутренние блоки.

Для подключения испарителя приточной установки требуется установка дополнительного комплекта, состоящего из блока с электронным ТРВ и блока управления. В общем виде схема соединений выглядит следующим образом:

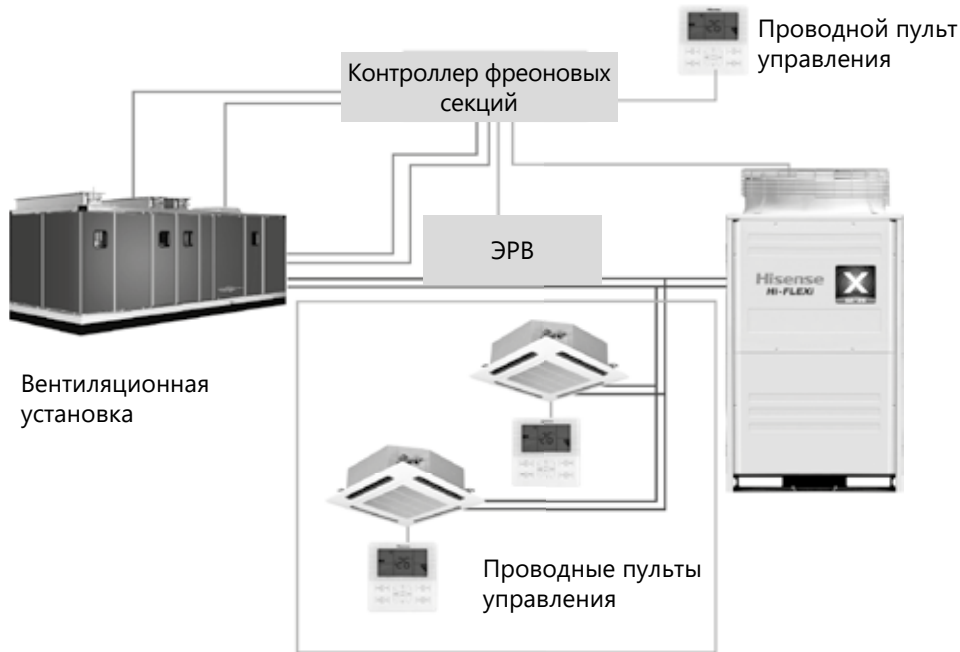


Рисунок 6. Принципиальная схема работы VRF-системы с блоком ЭРВ

Линейка контроллеров фреоновых секций представлена в таблице. Имеются некоторые ограничения на использование контроллеров.

	Индекс	Мощность испарителя	Диапазон загрузки ИБ	Возможность использования внутренних блоков в системе
HZX-2.0AEC	18	$Q_x=4,0 - 6,0$ кВт	50 – 110%	да
HZX-4.0AEC	38	$Q_x=7,1 - 11,2$ кВт		
HZX-6.0AEC	54	$Q_x=11,2 - 16,0$ кВт		
HZX-20.0AEC	190	$Q_x=16,0 - 56,0$ кВт	50 – 100%	нет

То есть контроллеры на 2 – 6 HP (индексы 18 – 54) можно комбинировать с внутренними блоками VRF в одном фреоновом контуре, при этом загрузка наружного блока по индексам не должна превышать 110%, контроллер на 20HP (индекс 190) должен использоваться только с отдельным наружным блоком VRF-системы. Индекс контроллера считается по его максимальной производительности. Для использования с контроллерами фреоновых секций подходят любые наружные блоки VRF-систем Hisense.

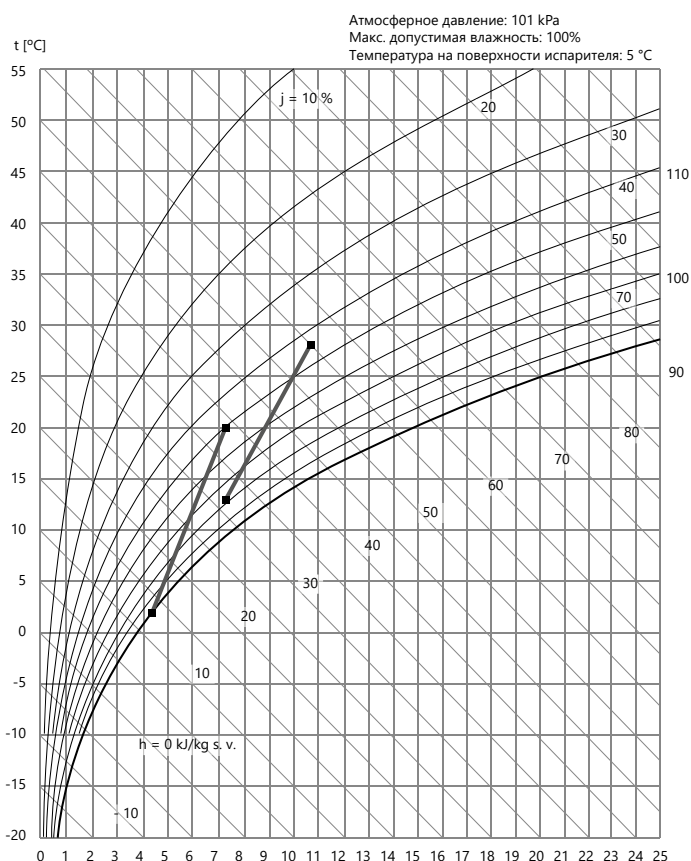
## Подбор ККБ для испарителя приточной установки

Чаще всего ККБ подбирается из расчета максимальной температуры окружающего воздуха, а эксплуатируется и при более низких температурах. При этом производительность компрессора остается постоянной, что может привести к переохлаждению воздуха или неправильной работе системы в целом. Увидеть это можно на примере.

Пусть есть ПУ с расходом  $4300 \text{ м}^3/\text{ч}$ , и наружный воздух с параметрами  $+28^\circ\text{C}/45\%$ . Пусть ПУ охлаждает воздух до  $+13^\circ\text{C}$ . Тогда из этого приточного воздуха удаляется  $34,5$  кВт тепла, для работы с

такой приточной установкой логично (но не всегда верно) подобрать ККБ с производительностью 35 кВт.

При изменении окружающей температуры до +20°C производительность ККБ останется той же (по факту немного вырастет, в нашем случае до 37 кВт при 20°C из-за увеличения величины переохлаждения в конденсаторе и уменьшения давления конденсации). Построив процесс охлаждения на i-d диаграмме, мы получаем температуру приточного воздуха +2°C. Это ниже температуры кипения хладагента, равной +5°C, испаритель охладит воздух до такой температуры не может, значит это аварийный режим, при котором мы получаем обледенение испарителя и/или возврат жидкого хладагента на вход компрессора. В данном случае ККБ остановится по защите.

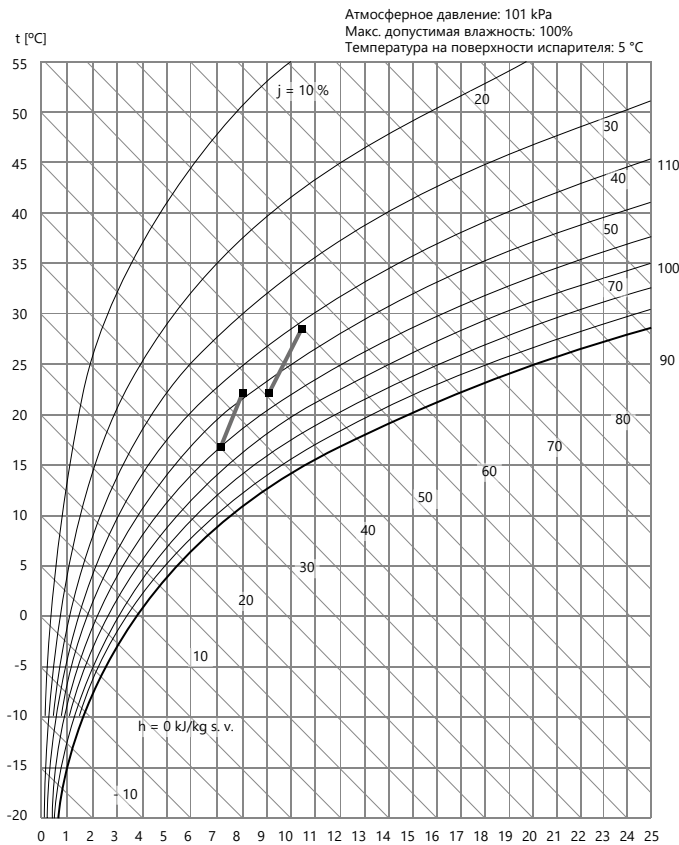


			1	2	3	4	5
			НВ1	ВВ1		НВ2	ВВ2
Температура	t	°C	28,0	13,0		20,0	2,0
Влажность	φ	%	45	78		50	100
Влагосодержание	x	g/kg s.v.	10,7	7,3		7,3	4,4
Энтальпия	h	kJ/kg s.v.	55,5	31,5		38,7	12,9
Плотность	ρ	kg/m³	1,16	1,22		1,19	1,28
Темп. влажн. терм.	tv	°C	19,4	10,9		13,7	2,0
Расход	Vs	m³/h	4 493	4 246		4 350	4 063
Расход*	Vn	m³/h	4 300	4 300		4 300	4 300
Мощность	P	kW		-34,5			-37,0
Влагоприток	qw	kg/h		-17,6			-15,1

Рисунок 7. i-d диаграмма работы испарителя приточной системы при стандартном (неправильном) подборе ККБ

Более правильным будет подбор охладителя приточной установки для охлаждения воздуха до нормированной температуры в помещениях. Например, до +22°C. При таком расчете мы получаем меньший испаритель в ПУ, меньшее его сопротивление воздуху, как следствие, возможно, меньшую мощность двигателя вентилятора.

Произведем расчет ККБ для этой же установки при тех же самых начальных условиях.



			1	2	3	4	5
			НВ1	ВВ1		НВ2	ВВ2
Температура	t	°C	28,0	22,0		22,0	16,8
Влажность	φ	%	45	56		50	62
Влагосодержание	x	g/kg s.v.	10,7	9,3		8,3	7,4
Энтальпия	h	kJ/kg s.v.	55,5	45,9		43,2	35,7
Плотность	ρ	kg/m <sup>3</sup>	1,16	1,19		1,19	1,21
Темп. влажн. терм.	tv	°C	19,4	16,3		15,4	12,6
Расход	Vs	m <sup>3</sup> /h	4 493	4 394		4 386	4 303
Расход*	Vn	m <sup>3</sup> /h	4 300	4 300		4 300	4 300
Мощность	P	kW		-13,8			-10,8
Влагоприток	qw	kg/h		-7,0			-4,5

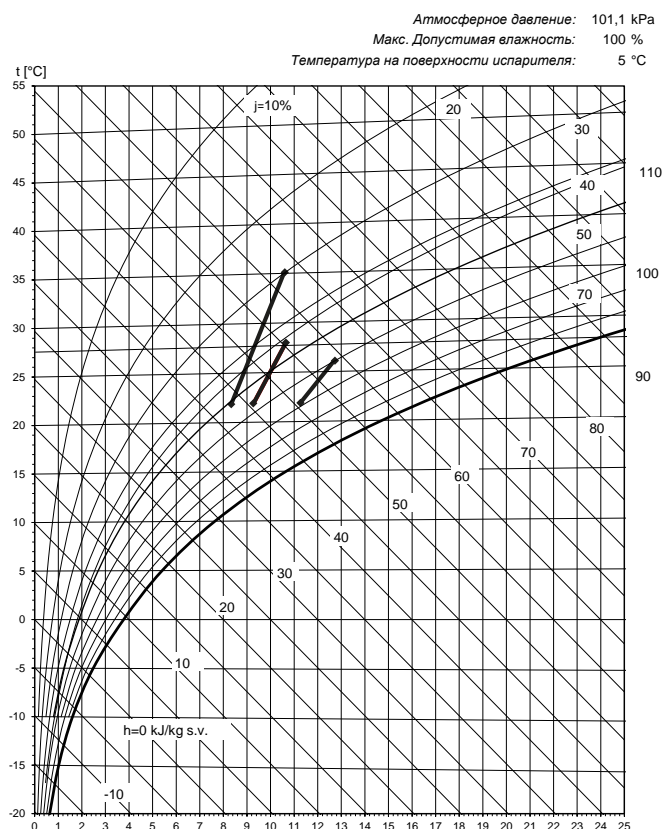
Рисунок 8. i-d диаграмма работы испарителя приточной системы при правильном подборе ККБ

Из примера видно, что ККБ будет функционировать без ошибок при этих условиях, т.к. полученная температура  $+16,8^{\circ}\text{C}$  при  $T_{\text{окр}} = +22^{\circ}\text{C}$  будет выше температуры кипения фреона.

Систему охлаждения приточного воздуха можно объединить с внутренними блоками в единую VRF-систему. Теплопритоки, вносимые вентиляционным воздухом, будут сниматься в испарителе ПУ, оставшиеся теплопритоки помещений будут удаляться местными доводчиками (внутренними блоками). Данный вариант наиболее правильный с точки зрения эффективности, т.к. приточный воздух не будет переохлаждаться вне зависимости от температуры наружного воздуха. Построим процессы охлаждения воздуха при различных наружных температурах. (рис.9).

При проектировании установки с охладителем непосредственного испарения следует учитывать диапазон возможных температур входящего воздуха. Он составляет от  $+17^{\circ}\text{C}$  до  $+35^{\circ}\text{C}$  ( $+23^{\circ}\text{C WB}$ ) в режиме охлаждения и от  $+10^{\circ}\text{C}$  до  $+27^{\circ}\text{C (DB)}$  в режиме обогрева.

Электронный ТРВ должен располагаться не далее, чем 5 м от испарителя и перепад высот должен составлять не более 2 м.



			1	2	3	4	5	6
Температура	t	°C	28,0	22,0	26,0	22,0	35,0	22,0
Влажность	φ	%	45	56	60	68	30	51
Влагосодержание	x	g/kg s.v.	10,7	9,3	12,7	11,3	10,6	8,4
Энтальпия	h	kJ/kg s.v.	55,5	45,9	58,6	51,0	62,5	43,5
Плотность	ρ	kg/m <sup>3</sup>	1,16	1,19	1,17	1,18	1,14	1,19
Темп. влажн. терм.	tv	°C	19,4	16,3	20,3	18,0	21,4	15,5
Расход	Vs	m <sup>3</sup> /h	4 489	4 390	4 473	4 404	4 593	4 383
Расход*	Vn	m <sup>3</sup> /h	4 300	4 300	4 300	4 300	4 300	4 300
Мощность	P	kW		-13,8		-10,9		-27,2
Влагоприток	qw	kg/h		-7,0		-7,1		-11,4

## Уровень шума наружных и внутренних блоков

При расположении наружных блоков следует учитывать их уровень шума и возможное негативное воздействие на соседние жилые здания.

Определить суммарный уровень шума нескольких источников можно по формуле.

Для одинаковых источников

$$\Delta L = 10 \log(N), \text{ дБА}$$

где:

$N$  – количество источников с одинаковым уровнем шума;

$\Delta L$  – количество децибел, которые нужно прибавить к уровню шума от одного источника.

Для источников с разными уровнями шума

$$\Delta L = 10 \log\left(1 + 10^{\frac{L_2 - L_1}{10}}\right)$$

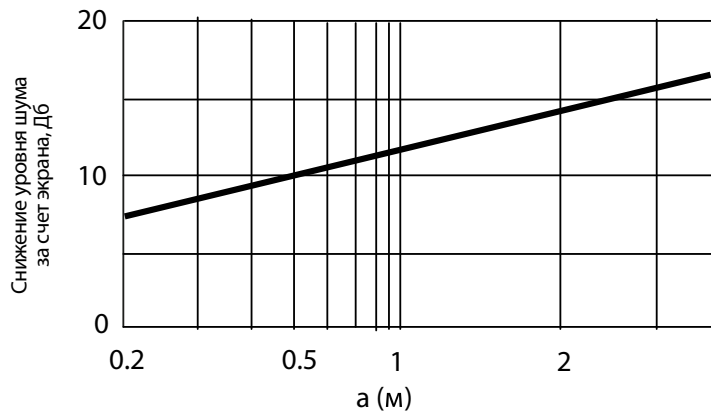
Например:

Определить уровень звукового давления от двух наружных блоков разной производительности: AVWT-136 (60 дБА) и AVWT-96 (58 дБА) при их максимальной нагрузке.

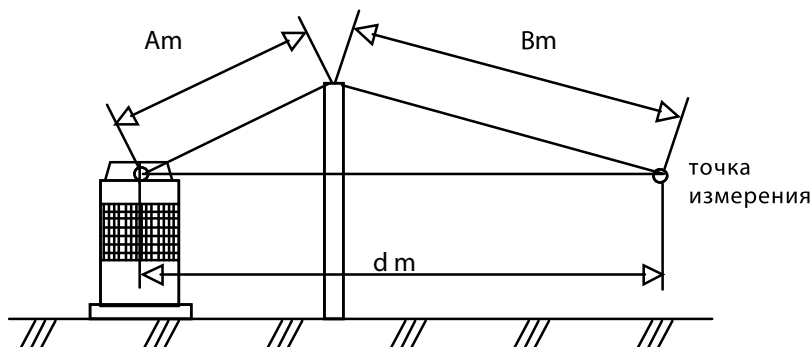
$$\Delta L = 10 \log\left(1 + 10^{\frac{L_2 - L_1}{10}}\right) = 10 \log\left(1 + 10^{\frac{58 - 60}{10}}\right) = 2,1 \text{ дБА}$$

$$60 + 2,1 = 62,1 \text{ дБА}$$

Снижение уровня шума при установке шумоотражающего экрана можно определить по графику



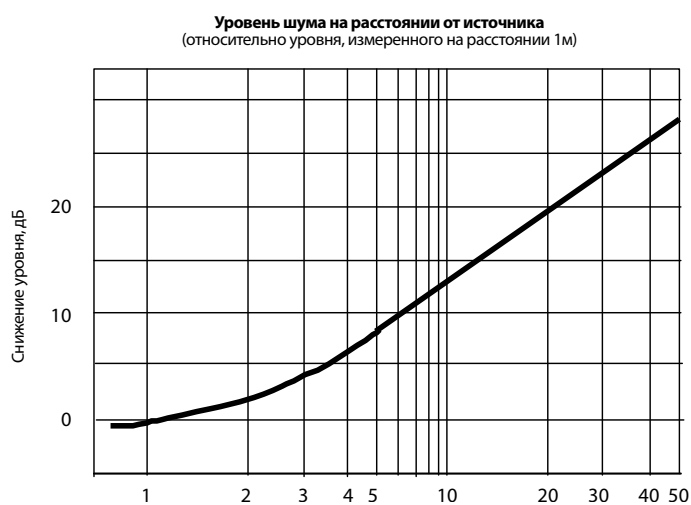
Величина « $a$ » определяется формулой  $a = A + B - d$ .



При использовании шумоотражающего экрана необходимо рассматривать его как преграду и располагать согласно рекомендованным расстояниям для достаточной циркуляции воздуха (см. раздел выше).

При расположении блока возле отражающей поверхности (например, стена) на расстоянии менее 3 м, уровень звукового давления блока увеличится приблизительно на 3дБ. Если блок располагается в углу, то есть рядом с двумя отражающими поверхностями, на расстоянии менее 3 м от каждой, то уровень звукового давления увеличится приблизительно на 6 дБ.

Снижение уровня шума в зависимости от расстояния определяется формулой  $-20\log(R)$  относительно первоначального расстояния на котором проводилось исследование, где  $R$  — величина, во сколько раз увеличилось расстояние. Т.к. наружный блок не является точечным источником шума, снижение будет несколько меньше расчетного. Для определения величины снижения удобно пользоваться графиком.



При расчете уровня шума в помещении от внутренних блоков можно пользоваться теми же формулами для определения суммарного уровня звукового давления от нескольких блоков.

## **ПДК (предельно допустимая концентрация) хладагента**

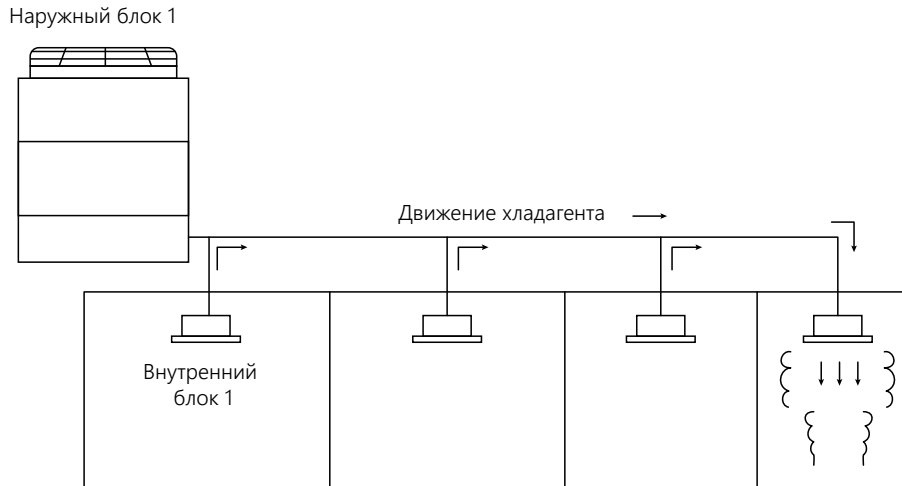
Как говорилось ранее, лучше проектировать малые и средние системы. Это связано с большей надежностью подобных решений и с ПДК хладагента в помещениях в случае аварии.

Хладагент R410A тяжелее воздуха, не является токсичным веществом и в небольших концентрациях безвреден для человеческого организма. Однако R410A не поддерживает дыхание, в случае попадания человека в зону заполнения фреоном происходит удушье и потеря сознания.

Если для некомбинированных фреоновых систем кондиционирования количество хладагента в пределах одного контура не превышает 20 кг, то для комбинированных VRF-систем эта цифра уже значительно больше и доходит до 60 кг.

Обязательным условием проектирования VRF-систем должна быть проверка на аварийную концентрацию хладагента в обслуживаемых помещениях. Процесс определения концентрации хладагента в случае аварийного выброса производится следующим образом:

1. Определить критичное (расчетное) помещение. Как правило, это минимальное по объему помещение, в котором могут находиться люди, в одной VRF-системе.



2. Определить объем воздуха  $V$  в данном помещении. Объем измеряется по ограждающим строительным конструкциям.

3. Определить количество хладагента в системе по формуле:

<i>Количество хладагента в наружном блоке.</i>	+	<i>Дополнительное количество хладагента (на длину магистралей), кг</i>	=	<i>Общее количество хладагента в системе, кг</i>
<i>Заводская заправка, кг</i>				

*Примечание. Если в одном помещении установлено два внутренних блока от разных VRF-систем, необходимо учитывать суммарное количество хладагента.*

Общее количество хладагента в любой системе зависит от мощности наружного блока и от длины магистралей. Для укрупненного расчета можно пользоваться следующей формулой (для R410A):

$$M_{фр} = 0,3 \times Q_{хол} \times (1 + l_{тр} \times 0,01)$$

где:

$M_{фр}$  – полное количество хладагента в системе, кг;

$Q_{хол}$  – номинальная производительность наружного блока по холоду, кВт;

$l_{тр}$  – фактическая длина жидкостного трубопровода между наружным и самым удаленным внутренним блоком, м.

Определить концентрацию хладагента в критичном помещении

$$C_{фр} = M_{фр} / (V + L/6), \text{ кг/м}^3$$

где:

$L$  – количество вытяжного воздуха, удаляемого из данного помещения системами механической вентиляции, м<sup>3</sup>/ч.

$6$  – коэффициент для определения расхода за 10 минут, т.к. согласно стандартам Евровент, за этот период необходимо произвести эвакуацию персонала.

Величина  $L$  учитывается только при постоянной работе механической вытяжки из рассматриваемого помещения. Если гарантии в постоянной работе вытяжки нет, лучше в расчет данную величину не вводить.

Сравнить полученную концентрацию  $C_{фр}$  с предельно допустимой концентрацией аварийного выброса  $C_{пдк}$ . Для разных хладагентов величины  $C_{пдк}$  разные.

Аварийные концентрации хладагентов в помещениях:

R22	R134A	R407C	R410A
300 г/м <sup>3</sup>	250 г/м <sup>3</sup>	310 г/м <sup>3</sup>	420 г/м <sup>3</sup>

При превышении ПДК рекомендуется разбить систему на более мелкие, либо обеспечить аварийную вентиляцию по датчику-газоанализатору, либо обеспечить необходимый объем механической вытяжки.

## Пример

Рассмотрим расчет VRF-системы на примере. Пусть есть здание с параметрами:

1. Город Москва
2. Этажи 3
3. 1-й этаж торговая площадь
4. 2-й этаж офисы open space
5. 3-й этаж кабинеты
6. Площадь этажа 300 м<sup>2</sup>, общая площадь 900 м<sup>2</sup>

Этаж	Температура/влажность	Кол-во людей	Теплопритоки	Расход воздуха
1	20°C/60% (15,1°C DB)	80 человек	40 кВт	2500 м <sup>3</sup> /ч
2	22°C/60% (15,4°C DB)	60 рабочих мест	54,5 кВт	3600 м <sup>3</sup> /ч
3	24°C/60% (17,0°C DB)	14 кабинетов	35 кВт	1800 м <sup>3</sup> /ч

*Примечание: В графе теплопритоки не учтены теплопритоки от вентиляции, т.к. планируется охлаждение приточного воздуха.*

### Выбор внутренних блоков

Для первого и второго этажей будем использовать кассетные внутренние блоки, для третьего этажа – настенные.

#### Первый этаж

На первом этаже повесим 4 кассетных внутренних блока AVC-38UXCSFB ( $Q_{ном} = 11,2$  кВт). Скорректированная производительность блока для 15,1 °C DB составит:

$$Q_{корр} = Q_{ном} \times k = 11,2 \times 0,9 = 10,08 \text{ кВт}$$

где:

$k$  – коэффициент, определяемый по графику 1.

Суммарная производительность 4-х блоков составит:

$$Q_{общ} = N \times Q_{корр} = 4 \times 10,08 = 40,32 \text{ кВт},$$

что полностью снимет расчетные теплопритоки.

## Второй этаж

На втором этаже в орен спрсе мы можем использовать:

Вариант 1. 11 блоков AVC-18UXCSEB ( $Q_{\text{ном}} = 5,6$  кВт,  $Q_{\text{корр}} = 5,04$  кВт)

$$Q_{\text{общ}} = N \times Q_{\text{корр}} = 11 \times 5,04 = 55,44 \text{ кВт}$$

Вариант 2. 8 блоков AVC-24UXCSFB ( $Q_{\text{ном}} = 7,1$  кВт,  $Q_{\text{корр}} = 6,39$  кВт),  
1 блок AVC-18UXCSEB ( $Q_{\text{ном}} = 5,6$  кВт,  $Q_{\text{корр}} = 5,04$  кВт)

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{корр1}} \times N_1 + Q_{\text{корр2}} \times N_2 = 8 \times 6,39 + 1 \times 5,04 = 56,16 \text{ кВт}$$

Обе комбинации блоков покрывают расчетные теплоизбытки (54,5 кВт). Обратимся к вопросу комфорта, а именно уровню шума блоков:

11 × AVC-18UXCSEB	8 × AVC-24UXCSFB + 1 × AVC-18UXCSEB
Уровень звукового давления: AVC-18UXCSEB : $L_1 = 32$ дБ(А)	Уровень звукового давления: AVC-24UXCSFB : $L_1 = 33$ дБ(А) AVC-18UXCSEB : $L_2 = 32$ дБ(А) Шум от 8 блоков AVC-24UXCSFB: $L = L_1 + \Delta L_1 = 33 + 10 \log(8) = 42,03$ дБ(А)
Суммарный уровень звукового давления: $L_{\text{сум}} = L_1 + \Delta L = 32 + 10 \log(11) = 42,4$ дБ(А)	Суммарный уровень звукового давления: $\Delta L = 10 \log \left( 1 + 10^{\frac{L_2 - L_1}{10}} \right)$ $L_{\text{сум}} = L + \Delta L = 42,03 + 0,41 = 42,44$ дБ(А)

Видно, что уровни звукового давления одинаковы, поэтому выбираем комбинацию, которая лучше вписывается в геометрию помещения. В данном примере будем использовать 11 блоков AVC-18UXCSEB.

## Третий этаж

На третьем этаже будем установлено:

7 блоков AVS-07URCSABA ( $Q_{\text{ном}} = 2,2$  кВт,  $Q_{\text{корр}} = 2,11$  кВт),

4 блока AVS-09URCSABA ( $Q_{\text{ном}} = 2,8$  кВт,  $Q_{\text{корр}} = 2,52$  кВт),

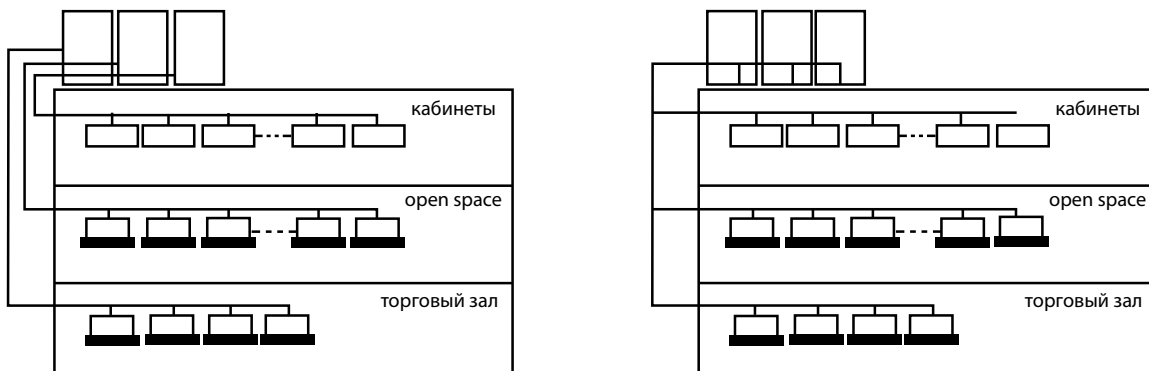
3 блока AVS-12URCSABA ( $Q_{\text{ном}} = 3,6$  кВт,  $Q_{\text{корр}} = 3,45$  кВт).

Суммарная производительность этих блоков  $Q_{\text{общ}} = 35,2$  кВт, что покрывает теплопритоки этажа.

## Выбор наружных блоков

Определимся с наружными блоками. Есть два основных варианта компоновки системы в данном случае: один наружный блок — один обслуживаемый этаж и комбинированная система на все этажи.

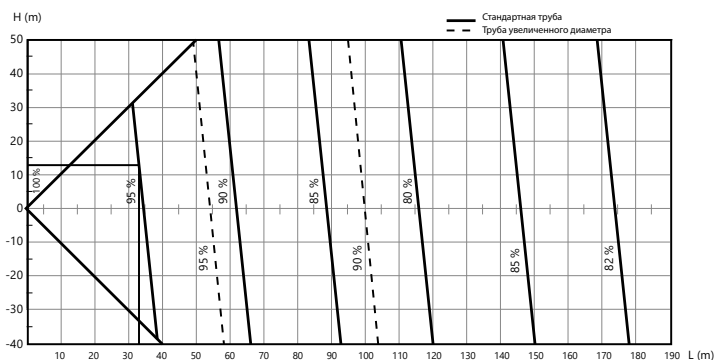
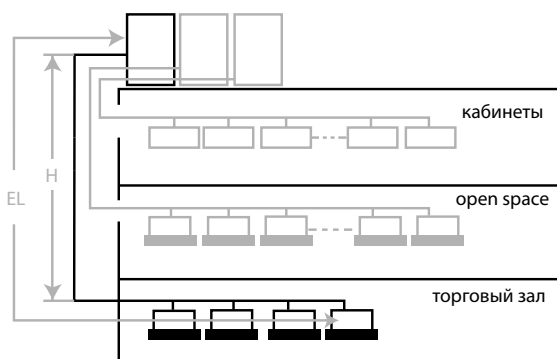
Наружные блоки можно установить или на кровле здания, или на земле. В нашем примере блоки будут установлены на кровле.



## Схема один блок — один этаж

### Первый этаж

Помещение однообъемное, поэтому коэффициент неодновременности практически отсутствует. Эквивалентная длина участка (EL) будет 35 метров. Перепад высот (H) 12 метров. Коэффициент корректировки производительности по Графику 2 составит 0,95.



Выбираем блок AVWT-154UESSX. Его номинальная производительность составляет  $Q_{\text{ном}} = 45,0$  кВт, скорректированная  $Q_{\text{корр}} = Q_{\text{ном}} \times 0,95 = 42,75$  кВт. Проверим индексы:  $38 \times 4 \text{ шт} = 152 < 154$ , превышения нет.

### Второй этаж

Open space. Перепад высот 5 метров, эквивалентная длина участка 20 метров, коэффициент корректировки будет 0,98. Помещение однообъемное, вводить коэффициент неодновременности не будем.

Выберем блок AVWT-190UESZX ( $Q_{\text{ном}} = 55,9$  кВт) состоящий из AVWT-76UESRX + AVWT-114UESSX, его скорректированная производительность для этого этажа будет  $Q_{\text{корр}} = 54,8$  кВт, это немного меньше того, сколько могут «запросить» одновременно блоки, но покрывает теплопритоки этажа (54,5 кВт), значит система в любой момент времени будет способна поддерживать требуемую температуру внутреннего воздуха.

Проверим индексы:  $18 \times 11 \text{ шт} = 198 / 190 = 104\% < 130\%$

## Третий этаж

Перепад высот 3 м, эквивалентная длина участка 15 метров, коэффициент корректировки производительности наружного блока 0,99. В данном помещении можно учесть коэффициент неодновременности, т.к. окна помещений находятся на разных фасадах, кабинеты отделены друг от друга.

Допустим, коэффициент неодновременности составляет  $K = 0,85$ , это нормально для офисного помещения. Внутренние блоки могут одновременно запросить:

$$Q = Q_{\text{общ}} \times K = 35,2 \times 0,85 = 29,92, \text{ кВт.}$$

Выбираем наружный блок AVWT-114UESSX с скорректированной производительностью

$$Q_{\text{корр}} = 33,5 \times 0,99 = 33,1 \text{ кВт.}$$

Проверим индексы:  $07 \times 7 \text{ шт} + 09 \times 4 \text{ шт} + 12 \times 3 \text{ шт} = 121/114 = 106\% < 130\%$ . Система рабочая и обеспечивает потребность здания в холоде с требуемым коэффициентом неодновременности в любой момент времени.

## Схема с одним комбинированным блоком на всё здание

Мы уже определили коэффициенты неодновременности, для первых двух этажей он составляет единицу, для третьего этажа 0,85. Поэтому общий коэффициент неодновременности составит:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^N Q_i \times K_i}{Q_{\text{общ}}} = \frac{40,32 \times 1 + 55,44 \times 1 + 35,2 \times 0,85}{40 + 54,5 + 35} \approx 0,97$$

где:

$N$  – число систем

$Q_i$  – производительность системы

$K_i$  – коэффициент неодновременности системы

$Q_{\text{общ}}$  – общая нагрузка на объект

Эквивалентная длина участка будет 35 метров. Перепад высот 12 метров. Коэффициент корректировки производительности составит 0,95. Выберем наружный блок для такой системы. Внутренние блоки могут «запросить»  $(40,32 + 55,44 + 35,2) \times 0,97 = 127,03$  кВт. Наружный блок AVWT-460UESZX выдаст с учетом поправки на длину трассы 128,3 кВт. Проверим индексы:  $471/460 = 102\% < 130\%$ . Система рабочая и в любой момент времени способна выдавать требуемую производительность.

## Использование наружных блоков VRF-систем в качестве ККБ.

Для охлаждения приточного воздуха в данном случае можно применить как минимум три варианта.

Для начала необходимо понять, как будет организована приточная вентиляция.

### Первый вариант

Если это один вентиляционный агрегат с расходом  $7900 \text{ м}^3/\text{ч}$ , то расход холода составит 30,1 кВт ( $T_{\text{нар}} = 26^\circ\text{C}/60\%$  согласно СП 131.13330.2012 Параметры Б для Москвы,  $T_{\text{кон}} = +20^\circ\text{C}$ ). Для требуемой

производительности необходимо будет использовать контроллер фреоновых секций HZX-20.0AEC, его объединять вместе с внутренними блоками в одну систему нельзя, поэтому подберем к нему наружный блок AVWT-114UESSX. Его производительность с учетом корректировки по длине в зависимости от места установки вентиляционного агрегата может минимум составить 32,16 кВт, что покрывает текущую потребность в холоде в любой момент времени.

### Второй вариант

Если это отдельные вентиляционные установки для каждого этажа, то их можно объединить, опять же, на один внешний блок с использованием трех контроллеров: HZX-2.0AEC (индекс 18) для третьего, HZX-4.0AEC (индекс 38) для второго и HZX-4.0AEC (индекс 38) для первого этажа. Наружный блок при этом будет: AVWT-96UESRX, проверим по индексам:  $18 + 38 + 38 = 94/96 = 97\% < 110\%$ , система будет работать.

### Третий вариант

Еще можно подключить испаритель вентиляционной установки в контур системы внутренних блоков. При этом внешние блоки, посчитанные в варианте «один блок — один этаж», изменятся.

Для первого этажа: AVWT-190UESZX, потому что  $(4 \text{ шт} \times 38) + 38 = 190/190 = 100\% < 110\%$

Для второго этажа: AVWT-229UESZX, потому что  $(11 \text{ шт} \times 18) + 38 = 236/229 = 103\% < 110\%$

Для третьего этажа: AVWT-136UESSX, потому что  $(7 \text{ шт} \times 07 + 4 \text{ шт} \times 09 + 3 \text{ шт} \times 12) + 18 = 139/136 = 102\% < 110\%$ .

Выбор окончательной комбинации наружных и внутренних блоков зависит от проектировщика. В данном примере минимальное количество наружных блоков достигается при использовании одной системы на все здание и использовании одной вентиляционной установки с одним ККБ. Но теперь надо проверить ПДК хладагента в такой системе.

## Расчет ПДК хладагента

При проектировании системы всегда можно определить точное количество хладагента в системе. В этом примере воспользуемся укрупненным расчетом:

$$M_{\text{фр}} = 0,3 \times Q_{\text{хол}} \times (1 + l_{\text{тр}} \times 0,01) = 0,3 \times 135 \times (1 + 35 \times 0,01) = 60,75 \text{ кг}$$

Критичное помещение для расчета ПДК — помещение на третьем этаже с блоком AVS-07URCSABA. Пусть площадь этого помещения в нашем примере будет составлять 12 м<sup>2</sup>. При высоте потолка 3 м и расходе вытяжного воздуха 60 м<sup>3</sup>/ч концентрация хладагента составит:

$$C_{\text{фр}} = M_{\text{фр}} / (V + L/6) = 60,75 / (36 + 60/6) = 1,32 \text{ кг/м}^3$$

Это превышает допустимую норму более, чем в 3 раза.

Для системы «один блок — один этаж»  $M_{\text{фр}}$  составит 11,56 кг,  $C_{\text{фр}}$  будет 0,251 кг/м<sup>3</sup>, что не превышает допустимой концентрации в 0,42 кг/м<sup>3</sup>.

Таким образом, окончательный выбор системы кондиционирования здания должен осуществляться не по минимальному количеству внешних блоков, а по многим параметрам, в том числе ПДК хладагента.

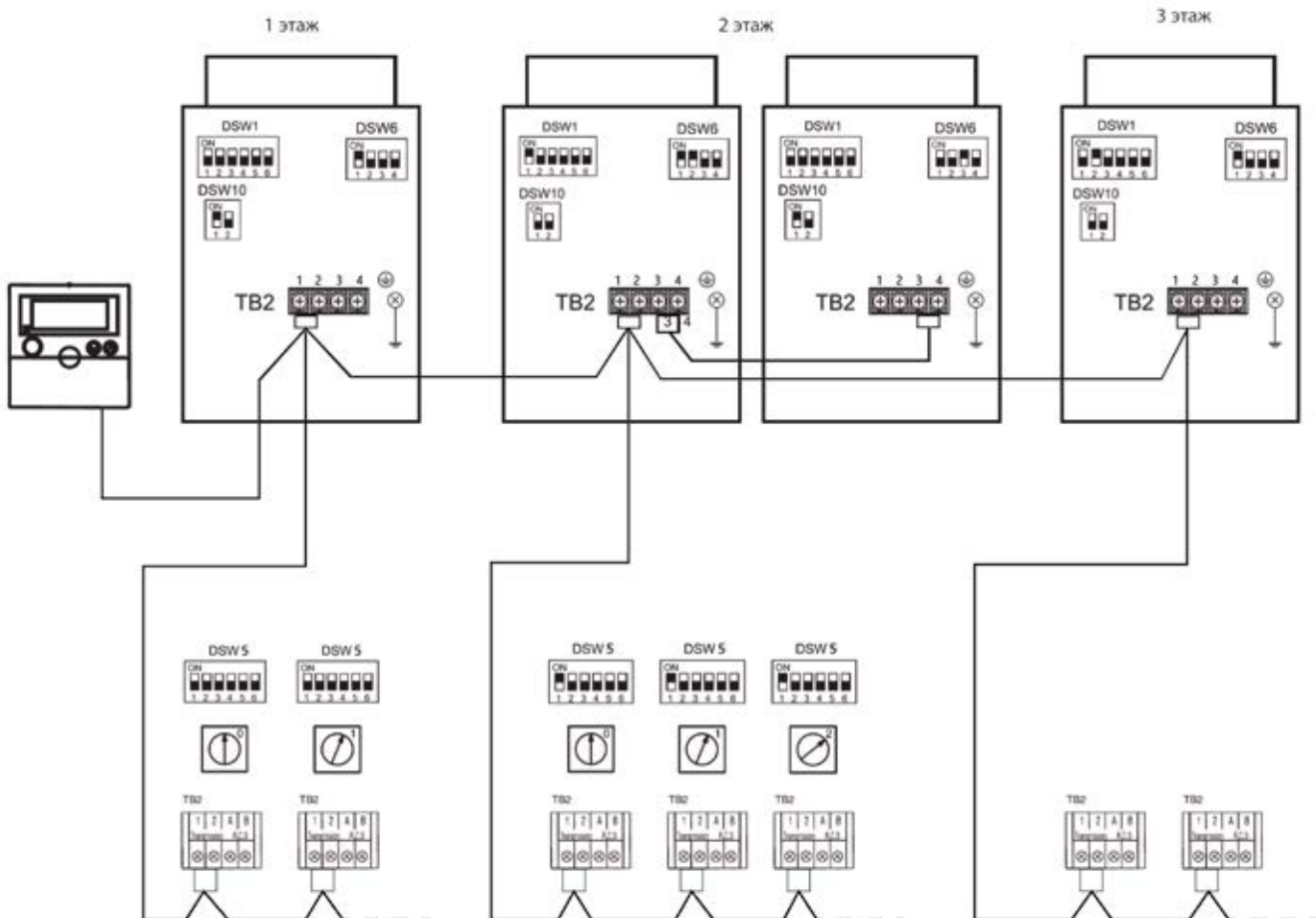
Поэтому оптимальным решением для кондиционирования данного объекта является система «один блок — один этаж». Вентиляционный агрегат так же выгоднее использовать отдельный для каждого обслуживаемого этажа, но подключенный к одному наружному блоку (вариант 2 в примере).

## Расчет дренажных трубопроводов

Пользуясь приведенными таблицами определяем диаметр дренажных трубопроводов для каждого этажа. Коллекторный трубопровод будет иметь диаметр 32, подсоединение к нему будет осуществляться диаметрами, отходящими от внутренних блоков:  $\varnothing 25$  от кассетных блоков и  $\varnothing 16$  от настенных блоков.

## Система управления

Рассмотрим организацию системы управления. Подключим все блоки к одному центральному пульту. В общем виде для данного примера схема соединения сигнальной линии будет выглядеть так.



Следует отметить, что на третьем этаже мы расположили настенные блоки в данном примере. Настенные блоки не имеют колодки выбора адреса внутреннего блока и номера контура. Эти значения нужно выставлять с проводного пульта управления для каждого внутреннего блока настенного типа.

## **Выводы**

1. Всегда необходимо проверять ПДК хладагента в критичном помещении. От этого зависит безопасность людей.
2. Если кондиционируются однообъемные помещения использовать коэффициент одновременности нельзя. В противном случае блоки не смогут достичь целевой температуры.
3. При использовании комбинированного наружного блока можно уменьшить число наружных агрегатов за счет увеличения коэффициента одновременности по всему зданию, то есть перераспределить нагрузку в большой системе проще, чем в маленькой.
4. Количество труб хладагента при использовании комбинированной системы меньше за счет только одного вертикального участка трубопровода. Но необходимо обращать внимание на существующие ограничения по длине трасс и количеству главных рефнетов.
5. Использовать наружный блок в качестве ККБ для приточных установок выгоднее при использовании в системах с коэффициентом одновременности, близким к 1, т.к. система с контроллером фреоновых секций максимально может быть перезагружена только на 110%. Без него — на 130%.
6. Система с блоком VRF в качестве ККБ способна точно поддерживать требуемую температуру приточного воздуха (в пределах установочных значений), что исключает аварийный режим работы ККБ и вентиляционной установке.
7. При использовании комбинации «один блок — один этаж» надежность системы кондиционирования всего объекта выше, т.к. при выходе из строя одно блока, два других блока продолжают работать в прежнем режиме для обеспечения требуемой производительности, то есть без холода остается только один этаж, два других будут кондиционироваться без потери производительности.

## Приложение 1. Тепловыделения от взрослых людей

Показатели	Тепловыделения от взрослых людей, Вт при температуре окружающего воздуха в °С					
	10	15	20	25	30	35
<b>В состоянии покоя</b>						
Тепловыделения явные	140	116	87	58	41	12
скрытые	23	29	29	35	52	81
полные	163	145	116	93	93	93
<b>При легкой работе (категория I)</b>						
Тепловыделения явные	151	122	99	84	41	6
скрытые	29	35	52	81	105	140
полные	180	157	151	145	146	146
<b>При работе средней тяжести (категория IIa)</b>						
Тепловыделения явные	166	135	108	73	44	7
скрытые	51	66	90	121	150	187
полные	217	201	198	194	194	194
<b>При работе средней тяжести (категория IIб)</b>						
Тепловыделения явные	182	150	119	34	49	9
скрытые	71	97	126	158	193	233
полные	253	247	245	242	242	242
<b>При тяжелой работе</b>						
Тепловыделения явные	198	163	128	92	52	12
скрытые	93	128	163	198	238	279
полные	291	291	291	291	290	291

## Список литературы

1. Брух С.В. в сотрудничестве с «БРИЗ-Климатические системы. VRF-системы кондиционирования воздуха. Особенности проектирования, монтажа, наладки, сервиса. Москва, ООО «Компания БИС», 2017, 360 с.
2. Technical and Service Handbook. Inverter-Driven Multi-Split Central Air Conditioning Heat-Pump System Hi-Flexi X Series Outdoor Units, Hisense, 2017
3. Учебник по холодильной технике: Основы-Комплекующие-Расчеты. Автор: Мааке В., Эккерт Г.-Ю., Кошпен Жан-Луи | год: 1998 | 4. СП 60.13330.2012 Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. Актуализированная редакция СНиП 41-01-2003.

Компания HISENSE Hitachi VRF Systems, часть международной корпорации HISENSE — одна из лидеров по продажам VRF-систем на мировом рынке и внутреннем рынке КНР.

Завод Qingdao Hisense Hitachi Air-Conditioning system Co., Ltd., расположенный вблизи г. Циндао, был открыт в 2003 году. При разработке основных технологических процессов, производственного цикла и системы контроля качества производимой продукции были применены японские стандарты.

Завод обладает полным комплексом лабораторий всех типов, сертифицированных независимыми организациями. Вся выпускаемая продукция проходит обязательный 100% контроль качества при сходе с конвейеров.

Площадь завода — 100 000 квадратных метров, количество сотрудников свыше 2 400 человек.

Объем выпускаемой продукции достигает 250 000 внешних блоков VRF-систем в год. Продукция пользуется устойчивым спросом на внутреннем рынке и экспортируется по всему миру.

Являясь одним из лидеров в области высокоэффективных инверторных технологий и многоуровневых систем управления и контроля, компания ежегодно предлагает усовершенствованные разработки и оборудование для создания все более и более эффективных решений в области систем кондиционирования.



# **Hisense VRF**

Информация, изложенная в данном руководстве, действительна на момент публикации.  
Производитель оставляет за собой право изменять технические характеристики изделий  
с целью улучшения качества без уведомления покупателей.

Актуальные технические данные приведены в инструкциях по эксплуатации, монтажу и обслуживанию.