

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ТУРИЗМА И СЕРВИСА»**

Факультет сервиса

**выпускная квалификационная работа в форме  
дипломного проекта**

Студента: *Гаврикова Евгения Владимировича*



**«Совершенствование инженерной  
системы поддержания параметров  
микроклимата жилого дома»**

Руководитель доцент, к.т.н. Максимов А.В



**Цели ВКР:** разработать схемное и конструктивное решение энергосберегающей системы поддержания комфортных параметров воздуха, многоуровневого загородного дома объемом 610 м<sup>3</sup>, находящегося в Московской области

## Задачи ВКР

1. Разработать рациональное схемное и конструктивное решение энергосберегающей системы поддержания комфортных условий воздуха загородного дома объемом 610 м<sup>3</sup> с применением современных систем автоматизированного проектирования
2. выбрать и рассчитать основное и вспомогательное оборудование микроклимата для загородного дома с учетом решения задач энерго- и ресурсосбережения, а также защиты окружающей среды от техногенных воздействий производства.
3. разработать прогрессивные методы эксплуатации и ремонта образования микроклимата, используя высокоэффективные технологии повышения эксплуатационной надежности деталей агрегатов, металлорежущего и технологического инструмента
4. оценить технические и организационные решения с позиций достижения качества продукции и их воздействия на окружающую среду;
5. составить обзор научно-технической литературы в области обеспечения комфортных условий микроклимата этого помещения .
6. оценить технико-экономическую целесообразность проектирования

# Объект



**Комфортные условия:** В летний период года нормальными параметрами воздуха (таблица 1) в помещениях считаются 22-24 градуса, относительная влажность 30-60%, скорость движения воздушной массы не более 0,25 м/секунду. В зимний период изменяются: 20 - 22 градуса Цельсия, 30-45% и 0,1 - 0,15 м/секунду.

Параметр	Лето	Зима
Температура	21 ~ 28°C	20 ~ 24°C
Относительная влажность	30 ~ 60%	30 ~ 60%
Воздушный поток	не более 0,2 м/с	не более 0,2 м/с

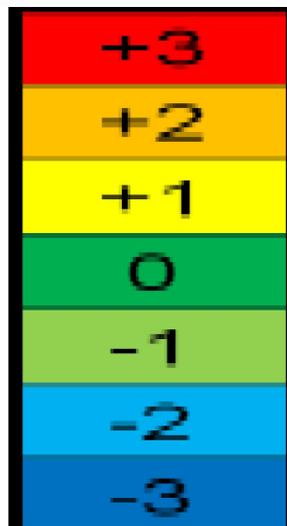
ДИ	Степень дискомфорта
86	Непереносимый дискомфорт (Невозможно переносить духоту)
80	Все ощущают неудобство (Потение в жаркую погоду)
75	Половина или более людей ощущают дискомфорт (Немного жарко)
70	Начинают чувствовать дискомфорт
68	Комфортное состояние

Преобладание этих параметров воздуха человек долгое время может чувствовать себя комфортно. В межсезонье (осень и весна) СКО должна эффективно и с минимальными затратами обогревать комнаты, переключив кондиционер в режим воздушного обогрева.

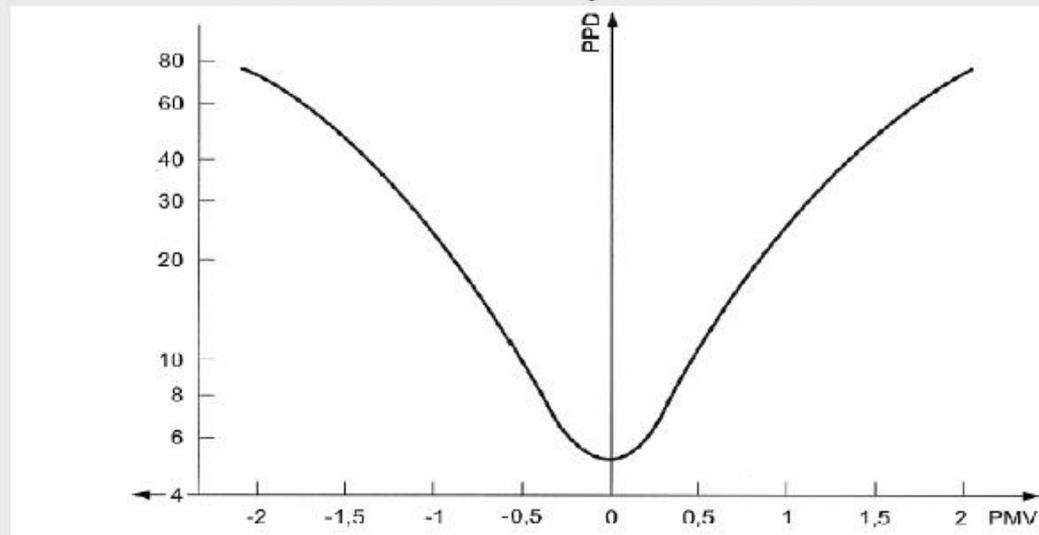
ISO 7730 и  
DIN EN 15251

PPD = ожидаемый процент неудовлетворённых микроклиматом)

PMV = ожидаемая средняя оценка степени комфорта)

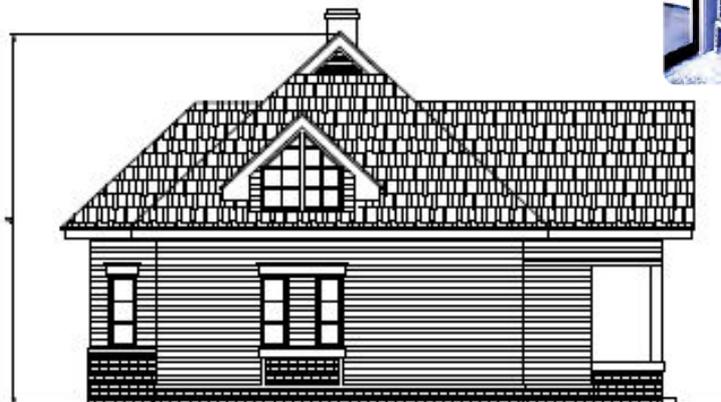
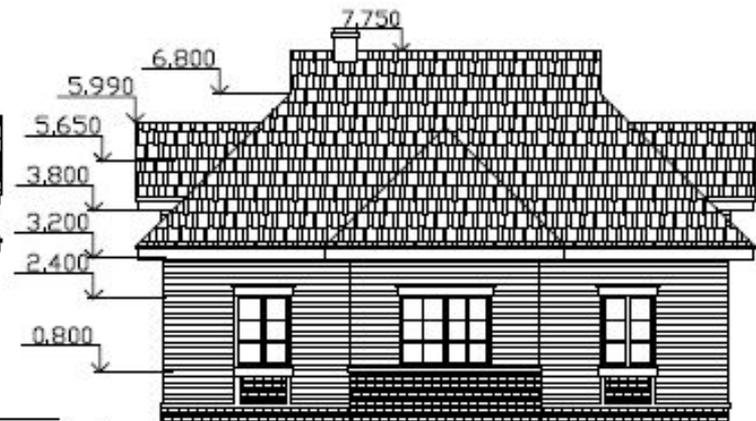


Взаимосвязь между PMV и PPD



# Объект исследования ВКР: загородный дом объемом 610 куб м

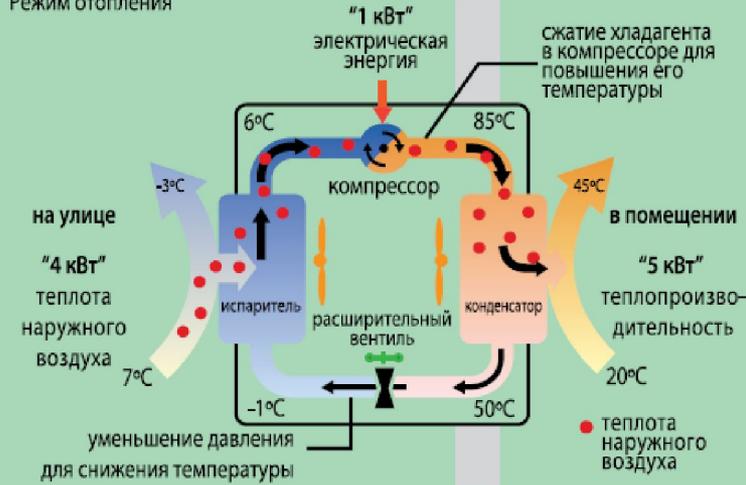
Период года	Теплый	Холодный и переходный сезоны
Температура воздуха, °C	20-22	20-22
Относительная влажность воздуха, %	60-70	40-50
Скорость движения воздуха, м/с, не более	0,2	0,2



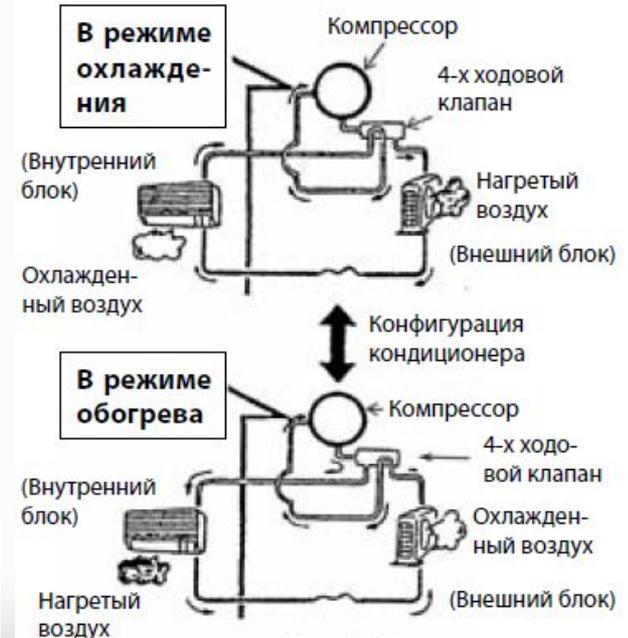
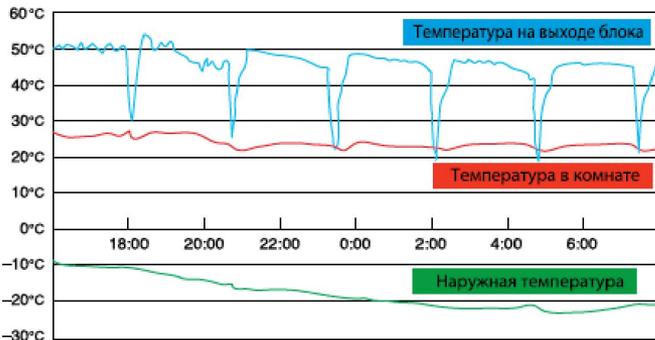
# Реализация задачи: Тепловой насос

## Принцип действия теплового насоса

Режим отопления

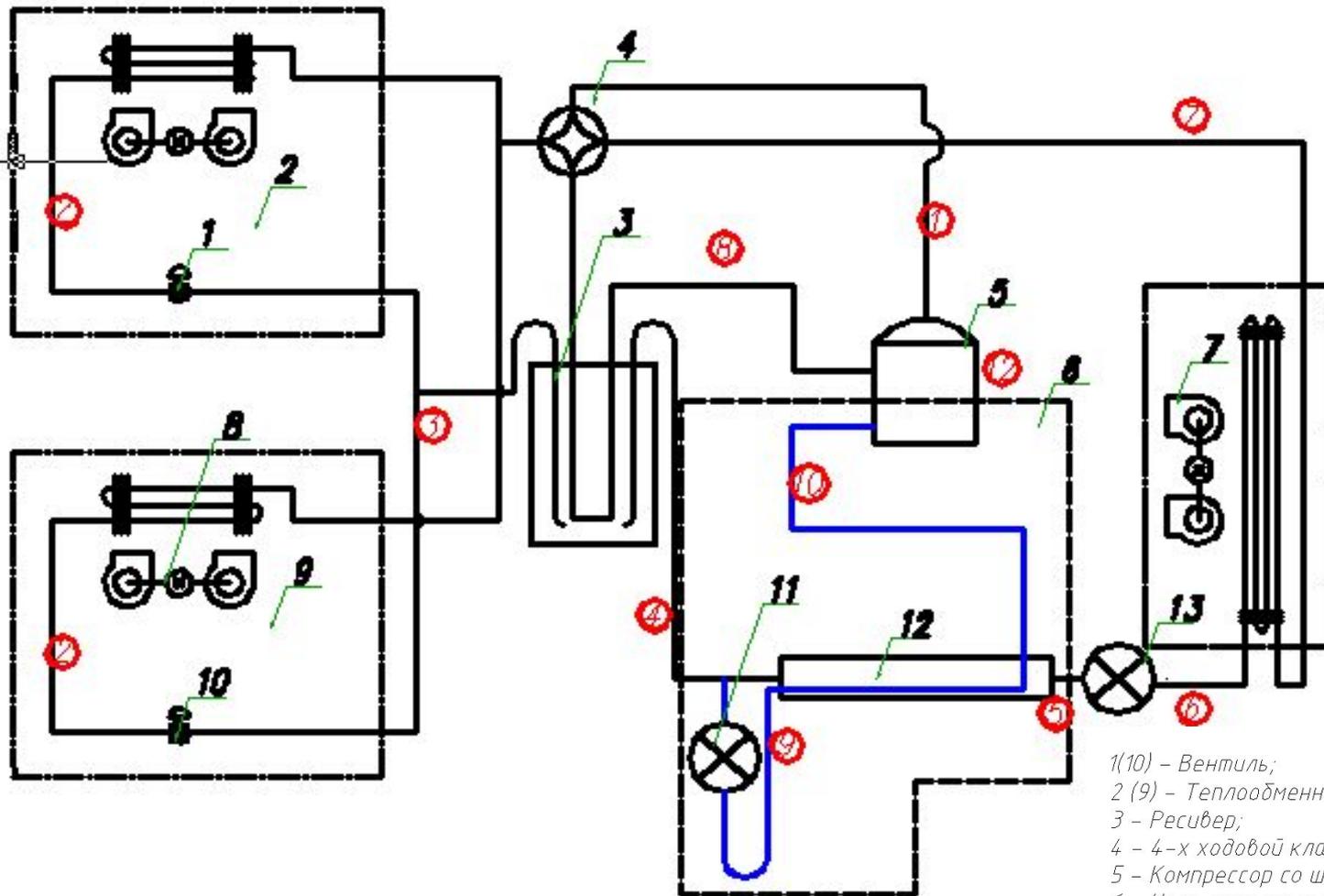


При температуре  $-20^{\circ}\text{C}$   
 производительность  
 в 2 раза выше, чем  
 у обычного кондиционера

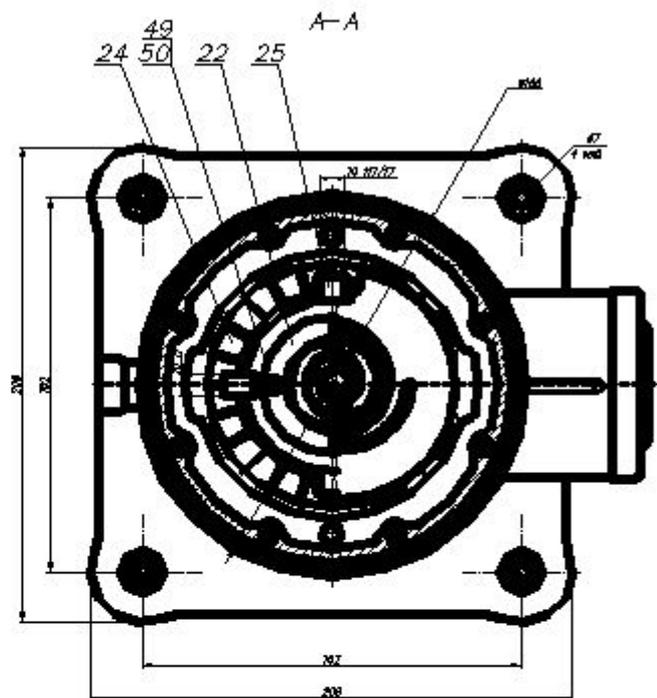
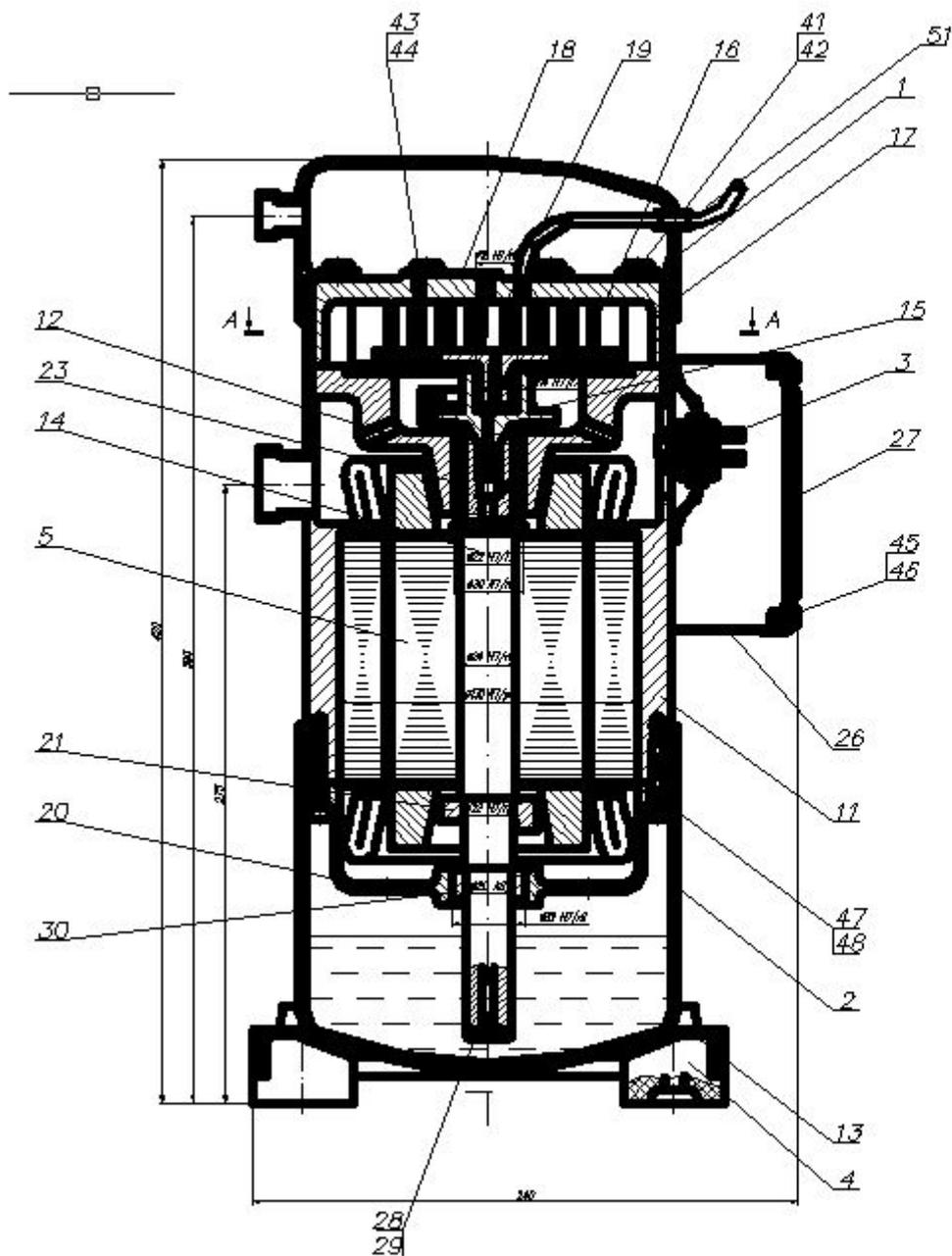


Кондиционер, который может работать как на охлаждение, так и на обогрев, путем изменения направления потока хладагента с помощью 4-х ходового клапана, называется кондиционер типа тепло/холод.

# Схема установки



- 1(10) – Вентиль;
- 2 (9) – Теплообменники внутренних блоков;
- 3 – Резервуар;
- 4 – 4-х ходовой клапан;
- 5 – Компрессор со штуцером инъекции;
- 6 – Цель инъекции хладагента;
- 7 – Теплообменник наружного блока и вентилятор;
- 8 – Вентилятор теплообменник внутреннего блока;
- 11 (13) – Расширительный вентиль;
- 12 – Теплообменник НПС



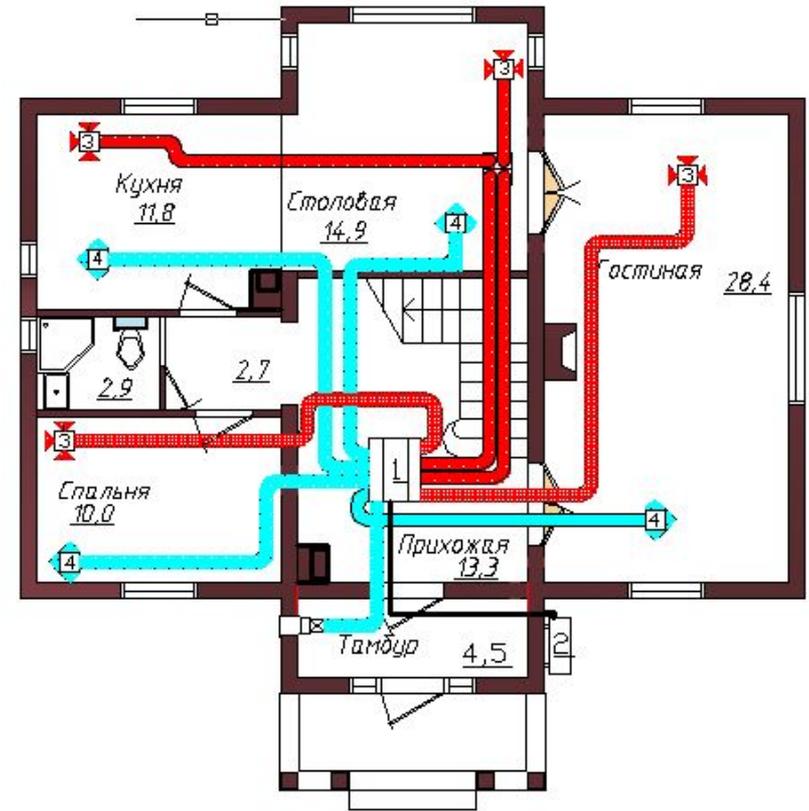
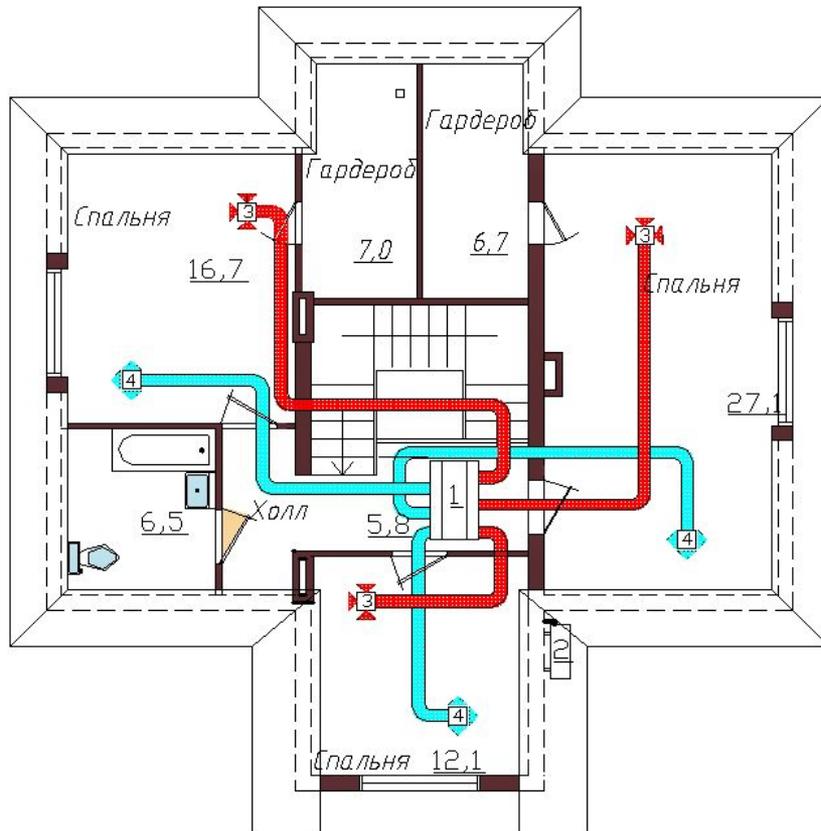
### Техническая характеристика

1. Тип компрессора	Спиральный ZP26E/E	7. Массовый расход хладагента	0,11 кг/с
2. Холодопроизводительность	5,0 кВт	8. Шаг спирали	14,7 мм
3. Хладагент	R410	9. Толщина спирали	3,5 мм
4. Температура кипения	+7,2°C (P=5,8 бар)	10. Коэф. аэрированности	2,38
5. Температура конденсации	+55°C (P=19,4 бар)	11. Мощность электродвигателя	2,26 кВт
6. Степень повышения давления	3,33		

### Технические требования

1. Перед сборкой протереть внутренние поверхности смазочной жидкостью на безводной основе
2. Перед сборкой трущиеся детали компрессора протереть в соответствии ГОСТ 3134-78, протереть сухим азотом
3. Испытать компрессор на прочность сухим азотом с давлением 26 бар
4. Испытание компрессора на герметичность проводить пар уровнем прозрачной воды давлением азота 20 бар при этом пазеры и пазерчатая сетка не допускаются
5. Обсушить внутреннюю поверхность вакуумирования при температуре не менее +15°C до остаточного давления 0,05...0,08 бар
6. Перед транспортировкой заполнить сухим азотом с избыточным давлением 0,2...0,3 бар и загерметизировать патрубки технологическими заглушками

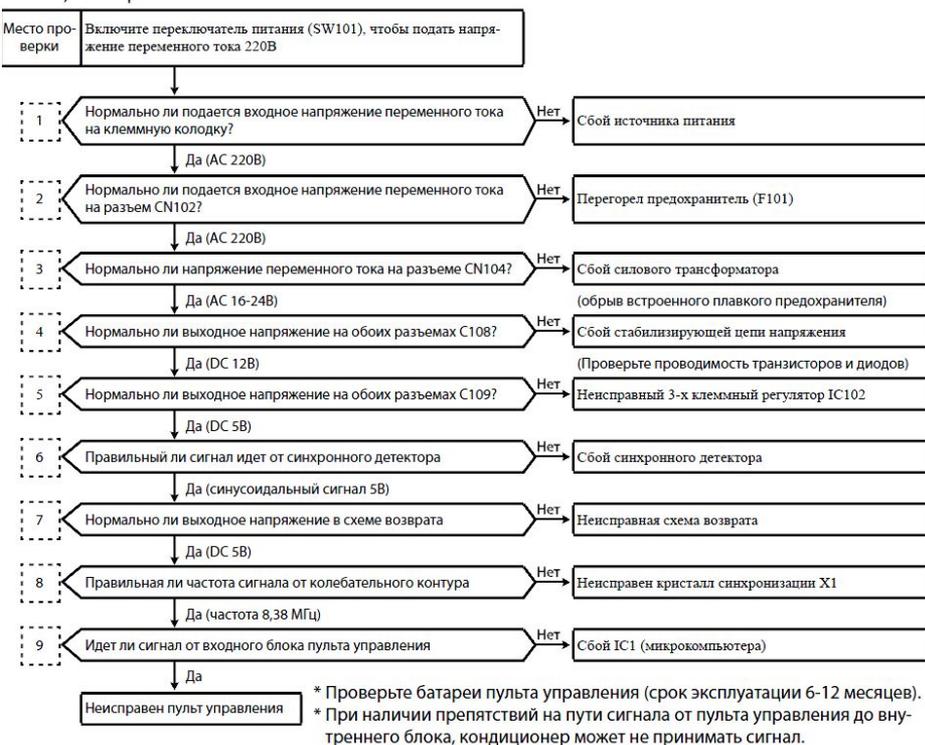
# Размещение ИС





# Диагностика

## СИСТЕМА НЕ РАБОТАЕТ

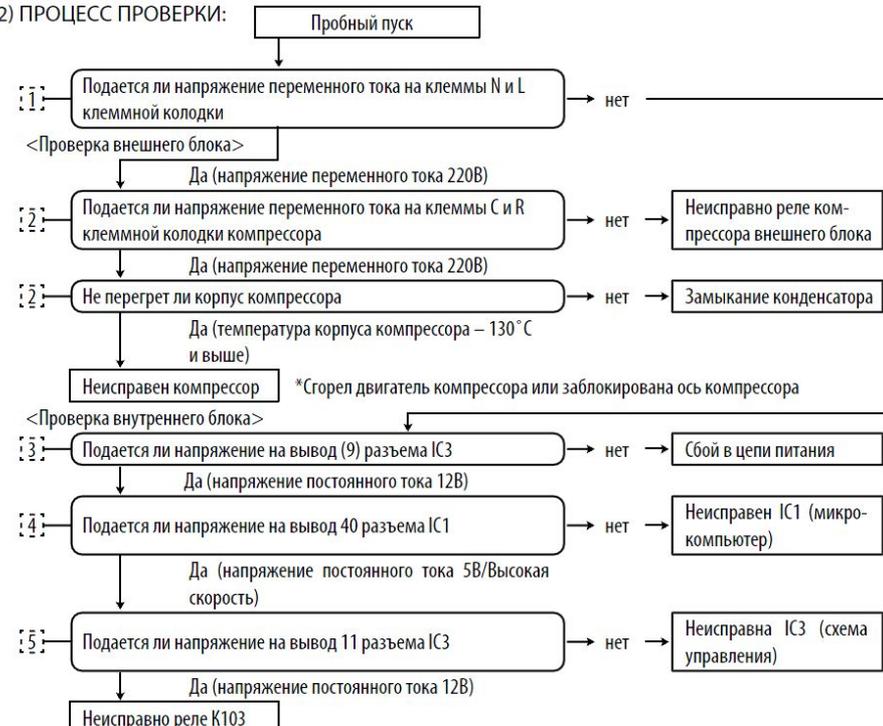


## НЕ РАБОТАЕТ КОМПРЕССОР (вентилятор внешнего блока работает нормально)

### 1) ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПРОВЕРКА:

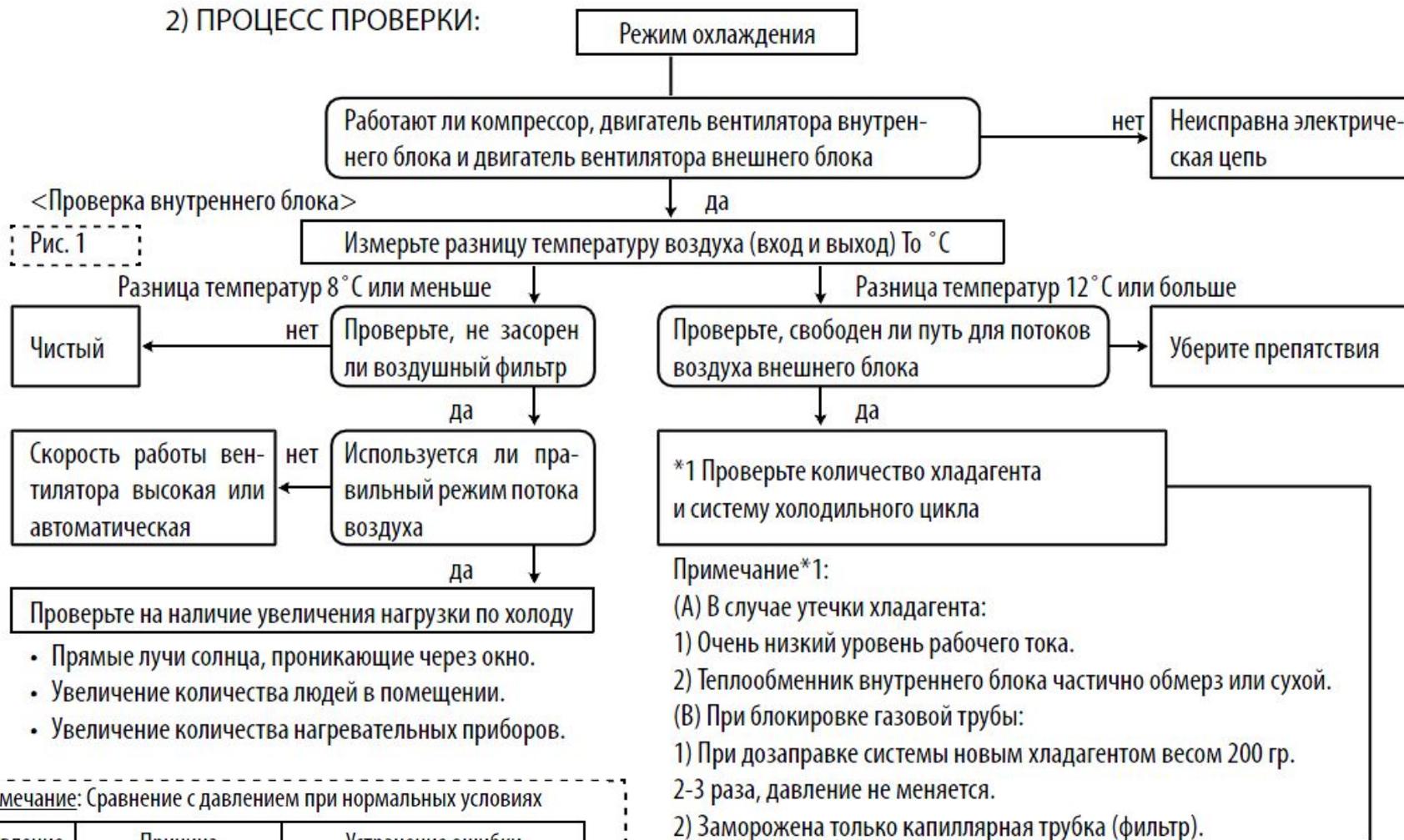
- Проверьте соединительный кабель от внутреннего к внешнему блоку
- Убедитесь, что не включена защитная функция компрессора 3-х минутная ЗТ или 3-х минутный ПТ.

### 2) ПРОЦЕСС ПРОВЕРКИ:



# ВОЗДУХ В ПОМЕЩЕНИИ НЕ ОХЛАЖДАЕТСЯ

## 2) ПРОЦЕСС ПРОВЕРКИ:



Примечание: Сравнение с давлением при нормальных условиях

Давление	Причина	Устранение ошибки
Низкое	Утечка газообразного хладагента	Отремонтируйте место утечки, затем дозаправте систему необходимым количеством хладагента
Высокое	Загрязнение системы хладагента (капиллярная трубка, фильтр и т.д.)	Замените неисправные детали

(температура на входе)-(температура на выходе) = разница температур  $T_o$  °C  
 [Разница температур  $T_o$ : 8-15°C при нормальных условиях]  
 Измерьте 2-3 раза и посмотрите среднее значение температуры

# Калькуляция затрат

Наименование оборудования	Кол-во единиц	Оптовая цена за ед., руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
Наружный блок PLA-RP125B	1	343100	343100
Внутренний блок канального типа FDU140VSX	2	103050	206100
Диффузор с камерой статического давления 4АГН 450х450	6	3219	19314
Дроссель клапан 250х150	4	1665	6660
Дроссель клапан 350х150	1	2200	2200
Дроссель клапан $\phi$ 100	3	600	1800
Шумоглушитель 900х250	3	7900	23700
Шумоглушитель круглый 200/900	1	2300	2300
Разветвитель DIS22 с пультом RCE 1-R	1	78150	78150
Вентилятор канальный Ostberg SK200B	1	6903	6903
Фильтр $\phi$ 200 ФЛК200	1	1200	1200
Калорифер РВЕС 200/6,0	1	5200	5200
Гибкие воздуховоды	70	465	32550
Всего стоимость оборудования		729 177	
Расходные материалы (10 %)		72 918	
Транспортные расходы (3%)		218 753	
Расходы на монтаж и пусконаладочные работы, включая отчисления		218 753	
Итого		1 239 601	

Стоимость проектных работ	Кол-во рабочих	3
	Общая ЗП	35000
	Кол-во раб. часов	48
	премиальный фонд	2916,7
	Отчисления ГСН 30.2%	13418
	Итого:	44430,75
ВСЕГО капитальных вложений	1 284 032	

# Общие технико-экономические показатели



Таблица 4.3

№	ПОКАЗАТЕЛЬ	Проектируемый вариант
1.	Расход воздуха внутренним блоком LGH-150	1500 м <sup>3</sup> /час
2.	Потребляемая мощность внутренним блоком LGH-150, Вт	830
3.	Эффективность рекуперации (по температуре/ по энтальпии), %	80/72
4.	Производительность (холод/нагрев) кВт	12,5/14,0
5.	Индекс эффективности COP/EER	3,3/3,92
6.	Класс энергоэффективности COP/EER	A/A
7.	Уровень звукового давления (внешний блок)	51
8.	Уровень звукового давления (внутренний блок)	33,5/39
9.	Диапазон наружных температур (нагрев)	-25 ...+ 16 °С по мокрому термометру
10.	Масса общая (наруж. / внутр.), кг	134/39
11.	Применяемый компрессор	2 x ZPT 82 K/E
12.	Потребление электроэнергии, кВтч/год	2032
13.	Капитальные вложения, тыс. руб.	1284, 032
14.	Эксплуатационные расходы, руб. /год	18159,73
15.	Срок окупаемости	5 лет



## Заключение

1. В проекте был произведен расчет и подбор системы кондиционирования воздуха и вентиляции для двухэтажного загородного дома, который находится в Московской области.
2. Для данного жилого дома разработана эффективная система поддержания параметров микроклимата СКВ.
3. Были проведены аналитическое исследование систем кондиционирования воздуха и вентиляции, расчеты холодильной нагрузки, влаговыделений, а так же расчеты теплообменников внутреннего и наружного блоков.
4. По результатам расчетов, проведенных в конструкторском разделе, подобраны наружный, внутренний блоки и соответствующее вентиляционное оборудование.
5. В соответствии с основными требованиями, предъявляемыми к комфортному кондиционированию жилых помещений,
6. Для отвода воздуха из кондиционируемых помещений квартиры предусмотрена система вытяжной вентиляции с канальным вентилятором производительностью 2880 м<sup>3</sup>/час.



## Заключение

7. Целесообразность спроектированной СКВ в дипломном проекте подтверждена технико-экономическими расчетами, которые представлены в экономическом разделе. Совершенствование бытового кондиционера, заключалось в добавлении цепи инжекции в контур холодильного агрегата. Которая позволяет работать нашему кондиционеру в диапазоне от -25 до +30 градусов по Цельсию. Что значительно улучшает его функциональные показатели. С системой Zubadan, возможно использовать кондиционер и в зимнее время, когда окружающая температура отрицательная, для отопления жилых помещений. Эта система намного эффективнее, чем система с добавлением зимнего комплекта или системы с двухступенчатым сжатием.
8. Система Zubadan соответствует всем требованиям, предъявляемых к комфортному кондиционированию жилых помещений. Так же она соответствует всем экологическим нормам и требованиям. Работая на хладоне R410A, который не содержит хлора ни в одном из своих компонентов, и безопасен для озонового слоя.

- Спасибо за внимание