

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

**А.Л. Тимофеевский, А.А. Пивинский,
В.Н. Коченков**

**АВТОНОМНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ
ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА,
СЕРВИС И ДИАГНОСТИКА,
ЛОКАЛЬНАЯ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ**

Учебно-методическое пособие

 **УНИВЕРСИТЕТ ИТМО**

Санкт-Петербург

2016

УДК 628.84

Тимофеевский А.Л., Пивинский А.А., Коченков В.Н. Автономные кондиционеры. Процессы обработки воздуха, сервис и диагностика, локальная диспетчеризация: Учеб.-метод. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 39 с.

Представлены цели, порядок проведения лабораторных работ на стенде «Автономный кондиционер», порядок обработки экспериментальных данных, оформления и защиты работ.

Предназначено для бакалавров направления 16.03.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения по дисциплине «Холодоснабжение систем жизнеобеспечения» и магистрантов направления 16.04.03 Холодильная, криогенная техника и системы жизнеобеспечения по дисциплинам: «Холодоснабжение систем кондиционирования воздуха в зданиях и сооружениях», «Холодоснабжение систем жизнеобеспечения на транспорте» очной и заочной форм обучения.

Рецензент: доктор техн. наук, проф. В.В. Пеленко

Рекомендовано к печати Советом факультета холодильной, криогенной техники и кондиционирования, протокол № 7 от 18 марта 2016 г.



Университет ИТМО – ведущий вуз России в области информационных и фотонных технологий, один из немногих российских вузов, получивших в 2009 году статус национального исследовательского университета. С 2013 года Университет ИТМО – участник программы повышения конкурентоспособности российских университетов среди ведущих мировых научно-образовательных центров, известной как проект «5 – 100». Цель Университета ИТМО – становление исследовательского университета мирового уровня, предпринимательского по типу, ориентированного на интернационализацию всех направлений деятельности.

© Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, 2016

© Тимофеевский А.Л., Пивинский А.А., Коченков В.Н., 2016

ВВЕДЕНИЕ

Автономные кондиционеры (далее по тексту АК) находят широкое применение для создания комфортного микроклимата. Прежде всего, это объясняется небольшими затратами на их приобретение и относительной простотой монтажа, а также низким уровнем шума, компактностью, разнообразием конструкций и потребительских функций.

Конструктивно АК могут быть выполнены в виде моноблока или нескольких отдельных блоков (так называемые сплит- или мультисплит-системы). Обычно такие кондиционеры могут не только охлаждать воздух, но и нагревать, осушать, а в некоторых случаях и увлажнять его. Конструктивное исполнение многих автономных моноблочных кондиционеров и сплит-систем позволяет осуществить подачу в помещение наружного воздуха путем его подмеса в количестве 10–20 % от общего расхода воздуха через кондиционер. Холодо- и теплопроизводительность различных моделей АК обычно находится в диапазоне 2–10 кВт.

По способу регулирования холодопроизводительности АК делятся на стандартные (двухпозиционное регулирование включением и отключением компрессора) и инверторные (плавное регулирование за счет изменения частоты вращения вала компрессора и вентиляторов).

Значительную часть выпускаемых АК составляют машины с переменной частотой вращения вала компрессора и вентиляторов, позволяющие поддерживать более комфортные условия в помещениях и экономить электроэнергию.

АК являются сложными техническими изделиями с микропроцессорной автоматикой и высоким давлением в холодильном контуре.

Расчетный срок службы (10–12 лет), заявляемый большинством производителей, может быть обеспечен только при условии грамотного монтажа АК и проведении в дальнейшем их технического обслуживания, которое за рубежом называют сервисным обслуживанием оборудования. Сервисное обслуживание АК включает в себя как плановые периодические работы, так и внеплановое устранение неисправностей. Обязательной частью сервисных работ является диагностика состояния АК.

Диагностика АК имеет определенную специфику по сравнению с традиционным измерением параметров цикла одноступенчатой холодильной машины. Это связано с труднодоступностью большинства наружных блоков АК из-за размещения их выше второго этажа зданий, а также с невозможностью измерения давления нагнетания у АК небольшой производительности из-за отсутствия соответствующего сервисного штуцера в компрессорно-конденсаторном блоке. В инверторных АК ситуация усугубляется тем, что компрессор по команде контроллера периодически плавно изменяет свою производительность, а значит параметры цикла «плавают».

В связи с этим АК различных производителей имеют либо световую (комбинация мигания светодиодов), либо цифровую (комбинация символов на дисплее) сигнализацию ошибок в работе.

Для удалённого наблюдения за работой кондиционера и сигнализации ошибок используются современные средства диспетчеризации.

Диспетчеризация (англ. Dispatch – быстро выполнять) – процесс централизованного оперативного контроля и дистанционного управления, с использованием оперативной передачи информации между объектами диспетчеризации и пунктом управления.

Система диспетчеризации инженерных объектов (в том числе и АК) бывает локальной и удаленной.

Локальная диспетчеризация позволяет передавать технологические параметры работы инженерного оборудования на компьютер оператора, размещенный в том же здании, создавая, тем самым, локальную замкнутую автоматизированную систему.

Удаленная диспетчеризация позволяет осуществлять передачу информации от локальных систем, находящихся на объектах, территориально удаленных друг от друга, на центральную диспетчерскую станцию и применяется для объединения в единую сеть нескольких зданий (объектов), имеющих локальную диспетчеризацию.

К часто используемым функциям систем диспетчеризации СКВ в общем случае относятся:

- 1) визуализация параметров работы отдельных узлов подсистемы с возможностью их удаленного изменения;
- 2) извещение диспетчера об отказе отдельных устройств или системы в целом;

3) оперативный перевод кондиционеров и вентиляционных установок на заданный режим работы в случае внешних аварийных ситуаций. *Например, при срабатывании пожарной сигнализации производится автоматическое выключение всех работающих агрегатов и запуск аварийной вентиляции для удаления дыма;*

4) задание и поддержание параметров воздуха в помещении в соответствии с санитарными нормами;

5) перевод систем в режим энергосбережения в часы пониженных нагрузок или ограничение энергопотребления при пиковых нагрузках;

6) задание алгоритмов группового включения/выключения СКВ с помощью таймера (*например, работа по дневному или недельному расписанию*).

Современное оборудование ведущих производителей СКВ (Daikin, Mitsubishi Electric и др.) подключается к системе диспетчеризации с помощью опциональных устройств. Для фирмы Daikin такими устройствами являются интерфейсные модули передачи информации по протоколу ModBus серии RTD (производитель RealTime Controls UK).

Протокол ModBus – это открытый коммуникационный протокол, основанный на архитектуре ведущий-ведомый (master-slave), который широко применяется в промышленности для организации связи между электронными устройствами. Он может использоваться для передачи данных по стандартам RS-485, RS-422, RS-232, а также сети TCP/IP (Modbus TCP). В стандарте RS-485 для передачи и приёма данных используется так называемая витая пара проводов, имеющая защитную экранирующую оплетку.

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследований для всех лабораторных работ является инверторная сплит-система японской фирмы Daikin с настенным внутренним блоком (модель RXS25D /FTXS25D), работающая на хладоне R410a. Принципиальная схема кондиционера и его производительность при стандартных условиях находятся в Приложении 1.

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1

Процессы охлаждения и нагрева воздуха в автономном бытовом кондиционере

Цели работы

1. Закрепление на практике теоретических знаний из соответствующих разделов курса «Основы кондиционирования воздуха».
2. Приобретение практических навыков испытаний АК и изменение параметров влажного воздуха; построение и анализ процессов нагрева и охлаждения воздуха в $h-d$ диаграмме; расчет производительности кондиционера, и оценка эффективности его работы.

Порядок выполнения работы

1. Студенты должны заранее ознакомиться с особенностями кондиционера, порядком проведения работы, измерительными приборами, местами замеров и подготовить необходимое оборудование: психрометр Ассмана (или другой прибор для измерения относительной влажности, например, Testo–480 (см. Приложение 4)), анемометр, монитор передачи данных *RSUK 0919* (см. Приложение 3).

Примечание: монитор передачи данных присоединяется к внутреннему блоку кондиционера до включения силового автоматического выключателя электропитания.

2. Для подачи электропитания на кондиционер необходимо включить соответствующий автоматический выключатель в силовом щите.

3. Снятие характеристик кондиционера в режиме нагрева воздуха.

Перед включением режима нагрева нужно обеспечить температуру в помещении, где находится наружный блок в диапазоне 5–19 °С (например, путем проветривания этого помещения в холодный период года).

Перед запуском кондиционера на дисплее его пульта управления нужно установить следующие параметры: режим «Нагрев» (изображение солнца), температура 30 °С, средняя скорость подачи воздуха (три вертикальные полосы). Затем следует активировать на

пульте тестовый режим (см. рис. 1.1), направить пульт на внутренний блок и нажать кнопку *ON/OFF*.

После включения кондиционера на нагрев студенты должны периодически измерять температуру воздуха, выходящего из внутреннего блока, и при ее стабилизации на уровне около 50 °С одновременно снять параметры, указанные в табл. 1.1.

Примечание: Тестовый режим предназначен для принудительного запуска системы в режиме нагрева или охлаждения и используется для проверки ее работоспособности после монтажа или ремонта. После запуска режима нагрева задержка включения вентилятора внутреннего блока может составить 5 мин или более, что связано с прогревом теплообменника внутреннего блока до температуры +34 °С. Время работы в тестовом режиме 30 мин, затем кондиционер перейдет на обычный режим нагрева, и буква «Т» на пульте исчезнет. Если измерения не закончены, можно (не выключая кондиционер) снова активировать с пульта тестовый режим.

Температуры воздуха по сухому и мокрому термометрам измеряются как на входе, так и на выходе внутреннего блока кондиционера (рис. 1.2, 1.3). Скорость воздуха на выходе из внутреннего блока измеряется крыльчатым анемометром в шести точках по длине выходного отверстия (рис. 1.4, 1.5). При измерениях необходимо, чтобы направление потока воздуха соответствовало стрелке на приборе. Измеряя скорость воздуха на выходе из кондиционера, следует подносить прибор вплотную к жалюзи, но не касаться их, так как смещение жалюзи влияет на расход воздуха через внутренний блок. Одновременно, с дисплея монитора передачи данных считываются температуры поверхностей теплообменников, температуры наружного и внутреннего воздуха, температура нагнетания компрессора и ток, потребляемый кондиционером. Напряжение электросети считывается с дисплея реле контроля напряжения РН-111М или измеряется вольтметром. Результаты измерений заносятся в табл. 1.1.

4. Снятие характеристик в режиме охлаждения воздуха.

Перед включением кондиционера в режиме охлаждения необходимо обеспечить температуру 20 °С или выше в помещении, где установлен внутренний блок сплит-системы.

Перед запуском кондиционера на дисплее его пульта управления нужно установить следующие параметры: режим «Охлаждение» (изображение снежинки); температура 18 °С; высокая скорость притока воздуха (пять вертикальных полос). Затем следует активировать на пульте тестовый режим (см. рис.1.1), направить пульт на

внутренний блок и нажать кнопку *ON/OFF*. Кондиционер должен ответить звуковым сигналом и работать в тестовом режиме охлаждения в течение 30 мин.

Примечание: После подачи звукового сигнала задержка включения компрессора наружного блока для работы на охлаждение может составить 3 мин.

После включения кондиционера на охлаждение нужно периодически измерять температуру воздуха, выходящего из внутреннего блока, и при ее стабилизации на уровне значения $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ или ниже одновременно снять параметры, указанные в табл. 1.1.

5. Выключение кондиционера:

а) Направить пульт на внутренний блок и нажать кнопку *ON/OFF*.

б) После остановки вентилятора наружного блока выключить автоматический выключатель подачи питания (см. п.2).

Обработка результатов измерений

Обработка результатов измерений производится на двойном тетрадном листе (см. разд. Оформление отчета). Сначала обрабатываются данные для процесса нагрева воздуха, а затем для процесса его охлаждения; при этом обязательно указываются размерности полученных величин. Выполняются построения процессов обработки воздуха в *h-d* диаграмме. Работа считается зачтенной, если студент принимал в ней непосредственное участие, самостоятельно выполнил обработку результатов и ответил на контрольные вопросы преподавателя.

Порядок расчётов и построений

1. По измеренным температурам сухого и мокрого термометров нанести в *h-d* диаграмме соответствующие изотермы, построить точки состояния воздуха на входе и выходе внутреннего блока кондиционера и графическим способом найти параметры воздуха ($\varphi_{\text{пм}}$, $i_{\text{вх}}$, $i_{\text{вых}}$), указанные в табл. 1.2. Построить процессы нагрева и охлаждения воздуха.

2. Сравнить температуру поверхности теплообменника внутреннего блока с температурой точки росы для определения вероятности выпадения конденсата в процессе охлаждения. По температурам поверхности теплообменников, измеренным в режимах нагрева и ох-

лаждения, найти давления конденсации P_k и кипения P_o хладона $R410a$ (см. табл. 1.3).

3. Вычислить среднеарифметическое значение скорости воздуха $v_{\text{ВЫХ}}$ и его объемный расход $V_{\text{ВЫХ}}$ на выходе из внутреннего блока, приняв длину и высоту выпускного прямоугольного отверстия 610 мм и 60 мм. Определить плотность воздуха на выходе из внутреннего блока по $h-d$ диаграмме.

4. По разности энтальпий, плотности и объемному расходу воздуха на выходе из внутреннего блока рассчитать тепловую и холодильную мощность кондиционера.

5. Найти активную электрическую мощность N_a , потребляемую кондиционером из сети, как произведение силы тока на напряжение сети и на коэффициент мощности $\cos\varphi$. Вычислить холодильный (EER) и отопительный (COP) коэффициенты как отношение полезного эффекта к активной электрической мощности.

6. Сравнить холодильную, тепловую и электрическую мощности кондиционера, рассчитанные в п. 4 и п. 5, с данными из каталога производителя (приложение 1, табл. 2,3).

7. Сделать выводы по проведенной работе.

Формулы для расчета характеристик кондиционера

Объемный расход воздуха на выходе из внутреннего блока, $\text{м}^3/\text{с}$:

$V_{\text{ВЫХ}} = F_{\text{ВХ}} \cdot v_{\text{ВЫХ}}$, где $v_{\text{ВЫХ}}$ – среднеарифметическая скорость воздуха на выходе из внутреннего блока; F – площадь выходного прямоугольного отверстия с размерами 610 мм на 60 мм.

Активная потребляемая мощность, кВт:

$N_a = I \cdot U \cdot \cos\varphi$, где I – потребляемый кондиционером ток; U – напряжение сети; $\cos\varphi \approx 0,8$.

Полная теплота, отводимая кондиционером в режиме охлаждения, кВт:

$Q_{\text{П}} = \rho \cdot V_{\text{ВЫХ}} \cdot (i_{\text{ВХ}} - i_{\text{ВЫХ}})$, где ρ – плотность воздуха на выходе из блока; $i_{\text{ВХ}}$, $i_{\text{ВЫХ}}$ – энтальпии воздуха на входе и выходе из внутреннего блока (в режиме охлаждения).

Явная теплота, отводимая кондиционером в режиме охлаждения, кВт:

$Q_{\text{ЯВ}} = c_v \cdot \rho \cdot V_{\text{ВЫХ}} \cdot (t_{\text{ВХ}} - t_{\text{ВЫХ}})$, где $c_v = 1,005$ Дж/(кг·град) – теплоёмкость воздуха; температуры воздуха берутся по сухому термометру.

Холодильный коэффициент: $EER = Q_{\Pi} / N_a$.

Теплота, подводимая кондиционером в помещение в режиме нагрева, кВт:

$Q_{\Pi} = \rho \cdot V_{\text{ВЫХ}} \cdot (i_{\text{ВЫХ}} - i_{\text{ВХ}})$, ρ – плотность воздуха на выходе из блока;
 $i_{\text{ВХ}}$, $i_{\text{ВЫХ}}$, – энтальпии воздуха на входе и выходе из внутреннего блока (в режиме нагрева).

Отопительный коэффициент: $COP = Q_{\Pi} / N_a$.

Оформление отчёта

В результате проделанной работы каждый студент на двойном тетрадном листе представляет аккуратно оформленный отчет, содержащий следующие сведения и разделы:

ФИО, № группы, дата.

Название и цели работы.

Тип, модель и фирма-производитель кондиционера.

Применявшиеся измерительные приборы.

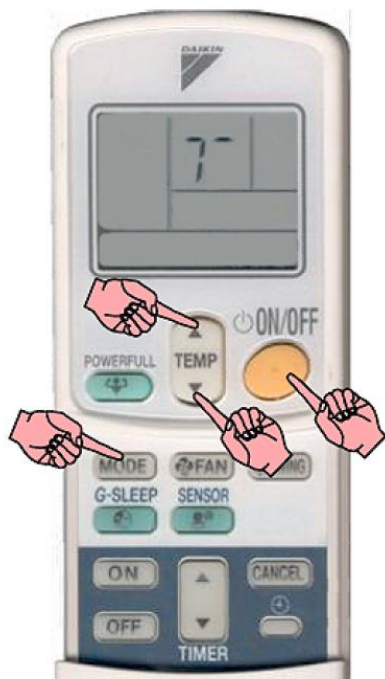
Таблица измерений.

$h-d$ диаграмма с процессами нагрева и охлаждения воздуха.

Формулы и расчеты.

Таблица обработки опытных данных.

Выводы по работе.



Направьте ИК пульт на приемник сигнала внутреннего блока.

1. Нажмите кнопку “ON/OFF”.
 2. Нажмите и удерживайте одновременно кнопки “TEMP ▲”, “TEMP ▼”, “MODE”- в секции дисплея температуры появятся два “00”.
 3. Два раза нажмите кнопку “MODE”- в секции дисплея температуры появится символ “T”.
- Термисторы будут заблокированы и система запустится.
4. Через 15~30 минут (в зависимости от модели) система автоматически выключится.
- Что бы закончить работу в тестовом режиме нажмите кнопку “ON/OFF”.

Рис. 1.1. Задание тестового режима с пульта дистанционного управления



Рис. 1.2. Измерение температуры и влажности воздуха на входе во внутренний блок кондиционера



Рис. 1.3. Измерение температуры и влажности воздуха, выходящего из внутреннего блока кондиционера



Рис. 1.4. Измерение скорости воздуха на выходе из внутреннего блока кондиционера

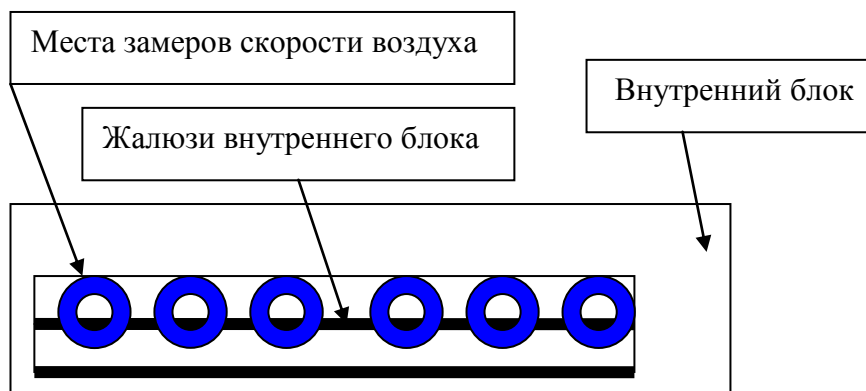


Рис. 1.5. Схема замеров скорости воздуха по длине выпускного отверстия внутреннего блока

Таблица 1.1

Измеряемые параметры

Режи	Параметры воздуха во внутреннем блоке					Ток и напряжение I, A U, B	Измерения монитора <i>RSUK 0919</i> , °C				
	Вход		Выход				<i>Out Dr</i>	<i>Heat Exch</i>	<i>Disch</i>	<i>Intake</i>	<i>Liquid</i>
	$t_c, °C$	$t_m, °C$	$t_c, °C$	$t_m, °C$	$v_{\text{вых}}, \text{м/с}$		$t_{\text{нар. возд}}$	$t_{\text{нар. т/о}}$	$t_{\text{нагн}}$	$t_{\text{пом}}$	$t_{\text{вн. т/о}}$
Нагрев											
Охлаждение											

Таблица 1.2

Таблица обработки опытных данных

Режим	$\varphi_{\text{пом}}, \%$	$i_{\text{вх}}, \text{кДж/кг}$	$\varphi_{\text{вых}}, \%$	$i_{\text{вых}}, \text{кДж/кг}$	$V_{\text{вых}}, \text{м}^3/\text{с}$	$Q_{\text{п}}, \text{кВт}$	$Q_{\text{яв}}, \text{кВт}$	$N_a, \text{кВт}$	COP	EER	$\frac{P_k}{P_o}$
Нагрев											
Охлаждение											

Свойства хладагona R410A на линии насыщения

$t, ^\circ\text{C}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$P_{\text{абс}}, \text{Бар}$	8,0	8,2	8,5	8,8	9,0	9,3	9,6	9,9	10,2	10,5	10,8
$t, ^\circ\text{C}$	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
$P_{\text{абс}}, \text{Бар}$	11,1	11,5	11,8	12,1	12,5	12,8	13,2	13,6	14,0	14,35	14,7
$t, ^\circ\text{C}$	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
$P_{\text{абс}}, \text{Бар}$	15,2	15,6	16,0	16,4	16,9	17,3	17,8	18,2	18,7	19,2	19,7
$t, ^\circ\text{C}$	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
$P_{\text{абс}}, \text{Бар}$	20,2	20,7	21,2	21,7	22,3	22,8	23,4	24,0	24,6	25,2	25,8
$t, ^\circ\text{C}$	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
$P_{\text{абс}}, \text{Бар}$	26,4	27,0	27,7	28,3	29,0	29,7	30,3	31,0	31,7	32,5	33,2
$t, ^\circ\text{C}$	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
$P_{\text{абс}}, \text{Бар}$	34,0	34,7	35,5	36,3	37,1	37,9	38,7	39,6	40,4	41,3	42,2

Контрольные вопросы по лабораторной работе № 1

1. От чего зависит угол наклона процесса охлаждения воздуха к оси влагосодержаний в $h-d$ диаграмме?
2. Что такое эффективность теплообменника?
3. Что такое полная и явная холодильная мощность кондиционера?
4. Что такое коэффициент мощности ($\cos\varphi$) кондиционера?
5. Почему холодильную мощность воздухоохладителя рассчитывают с помощью разности энтальпий воздуха, а не разности его температур?
6. Почему хладагент R410a необходимо заправлять в кондиционер в жидкой фазе?
7. Как с помощью $h-d$ диаграммы найти количество влаги, конденсирующейся из воздуха на испарителе?
8. Почему относительная влажность воздуха при его охлаждении в кондиционере увеличивается?
9. Что такое холодильный и отопительный коэффициенты кондиционера?
10. Что такое номинальная холодо- и теплопроизводительность кондиционера?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2

Сервис и диагностика автономного кондиционера

Цели работы

1. Закрепление на практике теоретических знаний из соответствующих разделов курса «Основы кондиционирования воздуха»
2. Изучение конструкции инверторного кондиционера АК и приобретение современных практических навыков его диагностики.

Порядок выполнения работы

1. Студенты должны заранее ознакомиться с конструкцией кондиционера, порядком проведения работы, инструкциями по эксплуатации пульта кондиционера и монитора передачи данных *RSUK 0919* (см. Приложение 3).

Примечание: Если монитор передачи данных *RSUK 0919* отсоединен от кондиционера, то его следует присоединить к разъему внутреннего блока при отключенном автоматическом выключателе силового щита.

Принципиальная схема кондиционера с местами установки датчиков температуры (термисторов) приведена в Приложении 1, рис. 1.

2. Для подачи питания нужно включить соответствующий автоматический выключатель в силовом щите.

3. Диагностика АК в лабораторной работе производится в режиме нагрева или охлаждения воздуха.

Предварительно нужно создать в помещении такую температуру, которая обеспечит работу внутреннего блока в течение 15...20 мин.

Перед запуском АК следует установить на его пульте управления следующие параметры:

- для режима «Нагрев» – изображение солнца, температура 30 °С, средняя скорость подачи воздуха (три вертикальные полосы);
- для режима «Охлаждение» – изображение снежинки, температура 18 °С, максимальная скорость приточного воздуха.

Кондиционер запускают, направив пульт на внутренний блок и нажав кнопку *ON/OFF*.

Примечание: Кондиционер должен ответить звуковым сигналом; после этого задержка включения компрессора наружного блока может составить 3 мин.

С момента запуска компрессора и вплоть до выхода кондиционера на рабочий режим каждые 5 мин. производится диагностика его работы с помощью монитора передачи данных.

При каждом измерении с его дисплея студенты снимают параметры, указанные в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Параметры работы кондиционера

Замеры	t воздуха на выходе из внутреннего блока, °C	Ток, А (<i>Current</i>)	Температуры (°C), измеряемые монитором передачи данных				
			<i>OutDr</i>	<i>Heat Exch</i>	<i>Disch</i>	<i>Intake</i>	<i>Liquid</i>
	$t_{\text{вых}}$	I	$t_{\text{нар}}$	$t_{\text{конд}}$	$t_{\text{нагн}}$	$t_{\text{пм}}$	t_{o}
1							
2							
3							
...							

Примечание: Выход на рабочий режим определяется по стабилизации температуры воздуха, выходящего из внутреннего блока, с помощью любого прибора для измерения температуры воздуха.

4. После выхода на рабочий режим преподаватель имитирует ошибки в работе АК.

При обнаружении аварии контроллером на передней панели внутреннего блока начнет мигать светодиод, а кондиционер остановится. Код ошибки на экране инфракрасного пульта отобразится после тестирования (выполняется студентами). Описание процесса тестирования (диагностики) с помощью пульта приведено в Приложении 2. Монитор *RSUK 0919* используется студентами только для контроля правильности диагностики (код или название ошибки автоматически высветится на экране монитора).

После устранения неисправности кондиционер запускается в работу с помощью инфракрасного пульта (кнопка *ON/OFF*).

5. Окончательное выключение кондиционера после диагностики и устранения неисправности производится следующим образом:

а) Если кондиционер работает, нужно выключить его с помощью инфракрасного пульта (кнопка *ON/OFF*).

Примечание: После подачи сигнала выключения с помощью инфракрасного пульта (кнопка *ON/OFF*) вентилятор наружного блока кондиционера может несколько минут продолжать работать для снижения давления конденсации до заданной контроллером величины. До остановки вентилятора отключать электропитание в силовом щите не следует.

б) После остановки вентилятора наружного блока нужно выключить автоматический выключатель в силовом щите.

Обработка результатов и оформление отчёта

Для защиты лабораторной работы каждый студент на двойном тетрадном листе представляет аккуратно оформленный отчет, содержащий следующие сведения и разделы:

ФИО, № группы, дата.

Название и цели работы.

Тип, модель и производитель кондиционера.

Измерительные приборы.

Таблица измерений.

График изменения температур нагнетания, кипения и конденсации фреона во времени в процессе выхода кондиционера на рабочий режим.

Код (коды) диагностированной ошибки и его расшифровка.

Выводы по работе.

Работа считается зачтенной, если студент принимал в ней непосредственное участие, самостоятельно выполнил обработку результатов и ответил на контрольные вопросы преподавателя.

Контрольные вопросы по лабораторной работе № 2

1. Что подразумевается под сервисным (техническим) обслуживанием кондиционера?
2. Сколько времени требуется кондиционеру для выхода на стабильный режим работы?

3. Куда подключается монитор передачи данных *RSUK 0919*, и какие данные он может считывать?
4. Что означает понятие «инверторное управление» производительностью кондиционера?
5. Что такое термистор, и для чего они используются в кондиционере?
6. Как производится диагностика неисправности кондиционера?
7. Какие неисправности могут соответствовать ошибке «аномально низкая температура теплообменника внутреннего блока»?
8. Какие неисправности могут соответствовать ошибке «аномально высокая температура теплообменника внутреннего блока»?

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3

Локальная диспетчеризация автономного кондиционера

Цель работы

1. Изучить основы диспетчеризации систем кондиционирования воздуха.
2. Организовать управление кондиционером и контроль параметров его работы с помощью персонального компьютера.

Принципиальная схема подключения

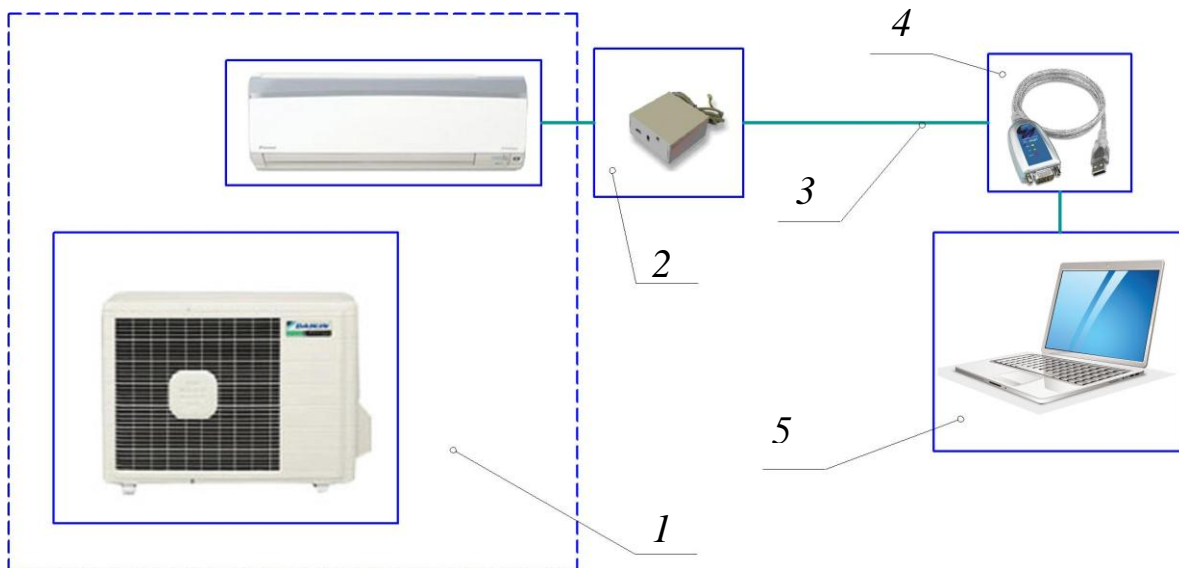


Рис. 3.1. Принципиальная схема подключения СКВ к ПК:

- 1 – инверторная сплит-система RXS25D/FTXS25D с настенным внутренним блоком (производитель Daikin);
- 2 – интерфейсный модуль RTD-RA для управления работой кондиционера по протоколу ModBus (производитель RealTime);
- 3 – кабель «витая пара» с шиной для разъёма RS-485;
- 4 – адаптер для перехода от стандарта RS-485 к стандарту USB для подключения к ноутбуку 5

Порядок выполнения подключения

1. Студенты должны заранее ознакомиться с особенностями кондиционера и сопутствующего подключаемого оборудования, порядком проведения работы и техникой безопасности.

2. Перед началом подключения интерфейсного модуля RTD-RA необходимо проверить подано ли электропитание на кондиционер. **Важно!** Подключение RTD-RA производится при отключенном питании. Для отключения питания нужно выключить автоматический выключатель № 5 в силовом электрическом щите.

3. Интерфейсный модуль RTD-RA подсоединяется к внутреннему блоку кондиционера через разъём S21 печатной платы.

Для подключения интерфейсного модуля нужно:

- снять крышку с внутреннего блока (рис. 3.2);
- открутить винты, крепящие корпус платы и отсоединить его от внутреннего блока (рис. 3.3);
- снять крышку с корпуса платы (рис. 3.4);
- открыть крышку интерфейсного модуля RTD-RA и подключить его к разъёму S21 платы кондиционера с помощью специального кабеля, идущего в комплекте с интерфейсным модулем (рис. 3.5).



Рис. 3.2. Внутренний блок без крышки



Рис. 3.3. Корпус платы внутреннего блока



Рис. 3.4. Плата внутреннего блока

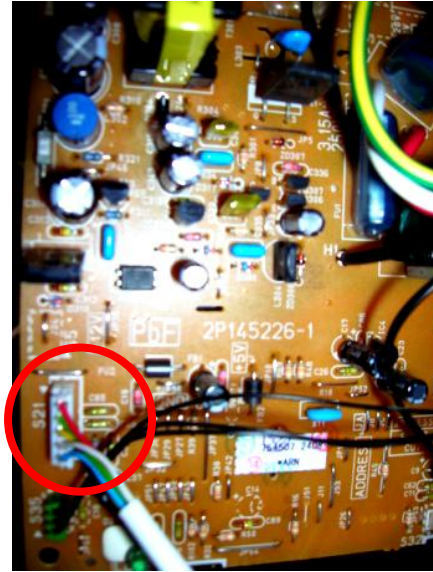


Рис. 3.5. Разъём S21 в плате внутреннего блока

4. Далее необходимо задать адрес ModBus сети в интерфейсном модуле. Он задается с помощью DIP-переключателей SW1.3 - SW1.8 (красный элемент на плате, переключатели с 3 по 8). Переключатель 8 нужно перевести в верхнее положение. Все остальные переключатели не используются (рис. 3.6).

5. Подключить интерфейсный модуль RTD-RA (рис. 3.6) к шине RS-485 (рис. 3.7) с помощью кабеля UTP категории 5е (витая пара) (рис. 3.8).

Важным моментом является правильная прокладка кабеля управления.

Длину кабеля нужно выбирать так, чтобы его с запасом хватило для прокладки от места расположения объекта диспетчеризации (кондиционер) до пункта управления (персональный компьютер). Провод при этом не должен перекручиваться или подвергаться опасности повреждения в процессе эксплуатации здания. Необходимо помнить, что кабель с витыми парами может передавать сигнал не более чем на 100 метров, т.к. испытывает влияние электромагнитных помех, а передаваемый цифровой сигнал по мере роста сопротивления проводника ослабевает. В данной лабораторной работе используется провод длиной 15 м.

При подключении важно правильно подключить провода, соединяющие интерфейсный модуль и шину RS-485 (см. рис. 3.7).

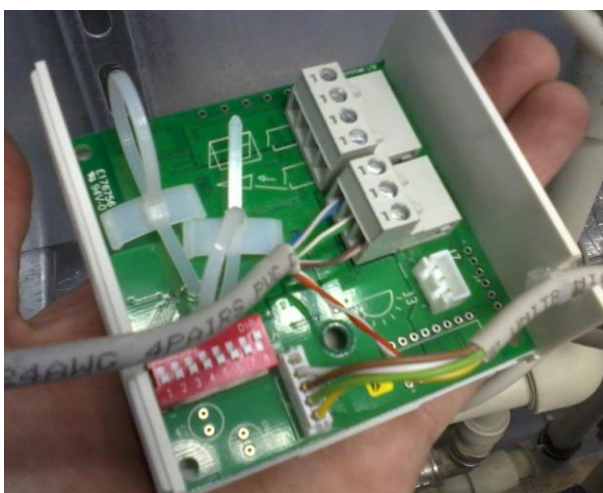


Рис. 3.6. Интерфейсный модуль без крышки

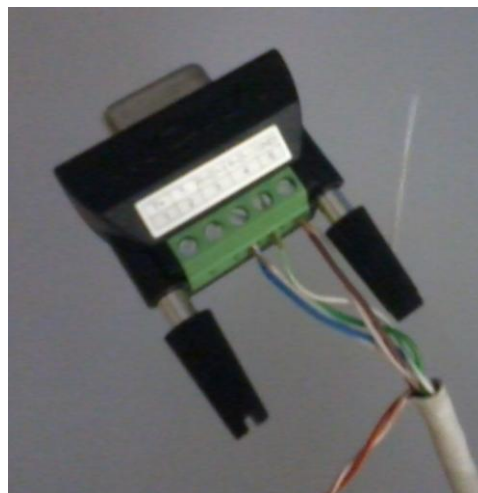


Рис. 3.7. Шина RS-485



Рис. 3.8. Витая пара

6. После соединения витой парой интерфейсного модуля и шины RS-485 производится подключение к компьютеру. Если используется ПК, который имеет разъем RS-485, то подключение можно производить напрямую. Если же такого разъема нет (ноутбук), то используется адаптер для перехода от разъема RS-485 к разъему USB. В качестве такого адаптера в данной работе используется преобразователь фирмы MOXA.

Для корректной работы преобразователя требуется установка дополнительного драйвера на ПК. Диск с программным обеспечением поставляется вместе с устройством.

7. После завершения подключения необходимо:

- закрыть крышку интерфейсного модуля RTD-RA;
- закрыть крышку корпуса платы на внутреннем блоке кондиционера;
- установить на место корпус платы и зафиксировать его винтами;
- поставить на место пластиковую крышку внутреннего блока.

При сборке внутреннего блока важно не нарушить подключение интерфейсного модуля к плате.

8. После сборки нужно подать питание на кондиционер (автоматический выключатель № 5 в силовом щите).

Управление работой и диагностика сплит-системы через ПК

1. Для активации управления работой кондиционера с ПК необходимо установить на компьютер специальное программное обеспечение.

2. После установки нужно запустить файл ModTool.exe, находящийся в папке ModTool_Release_3.0.

3. В папке Lan запущенной программы появится позиция RTD 1, которая обозначает подключенную сплит-систему (рис. 3.9.).

Отсутствие изменений в папке Lan говорит о том, что или компьютер не воспринимает сигнал адаптера RS-485, или подключение кабелей выполнено некорректно.

В таком случае рекомендуется переустановить драйверы для преобразователя RS-485 / USB и проверить правильность подключения кабелей.

4. Во вкладке RTD 1 папки Control (рис. 3.10) можно изменять все доступные параметры работы кондиционера. Для изменения требуемого параметра нужно щёлкнуть по нему левой кнопкой мыши и в строчке, которая появится в левом нижнем углу окна, изменить значение выбранного параметра.

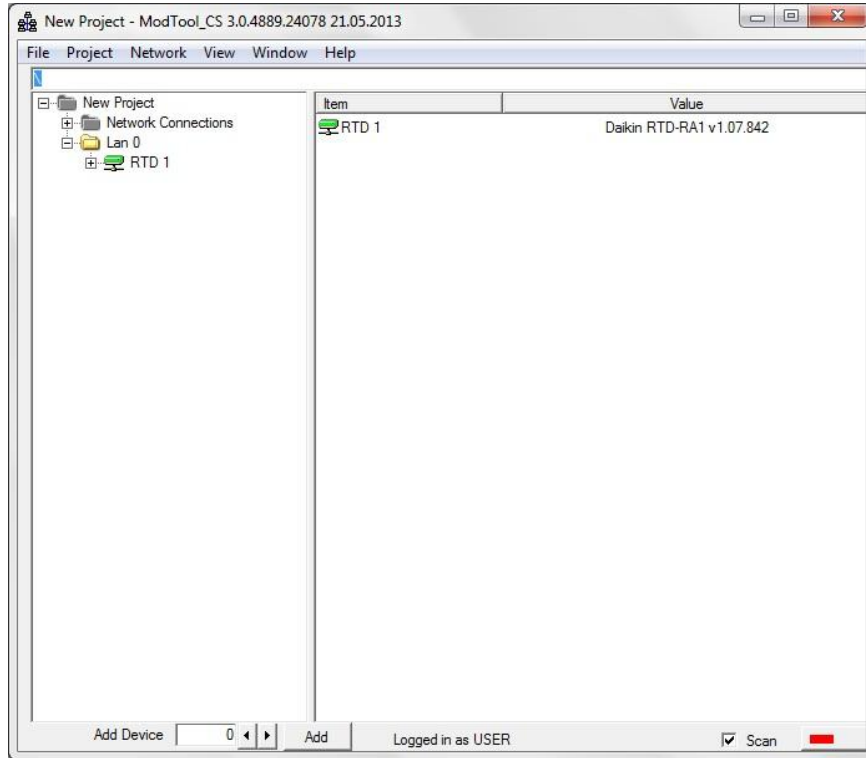


Рис. 3.9. Обозначение подключенной сплит-системы в папке Lan

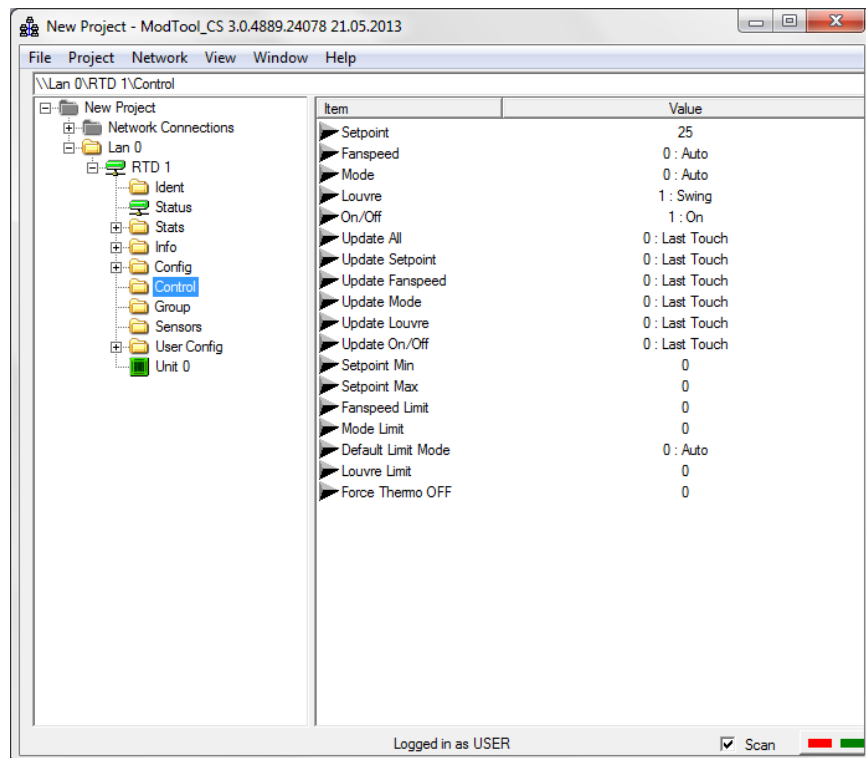


Рис. 3.10. Параметры работы кондиционера в папке Control

Краткое описание основных изменяемых параметров:

- Setpoint – требуемая температура в помещении
- Fanspeed – скорость потока воздуха на выходе из внутреннего блока
- Louvre – режим работы жалюзи (движение створок или их статическое положение)
- On/Off – включение/выключение кондиционера.

Стоит отметить, что в используемой программе могут присутствовать параметры, которые или не удастся изменить, или их изменение не влияет на работу кондиционера. Это связано с тем, что интерфейсный модуль RTD-RA и его программа рассчитаны на разные типы кондиционеров, которые могут обладать большим набором функций, чем сплит-система, используемая в данной лабораторной работе.

5. Параметры, представленные в папке Group (рис. 3.11) вкладки RTD 1, позволяют наблюдать за исправностью кондиционера.

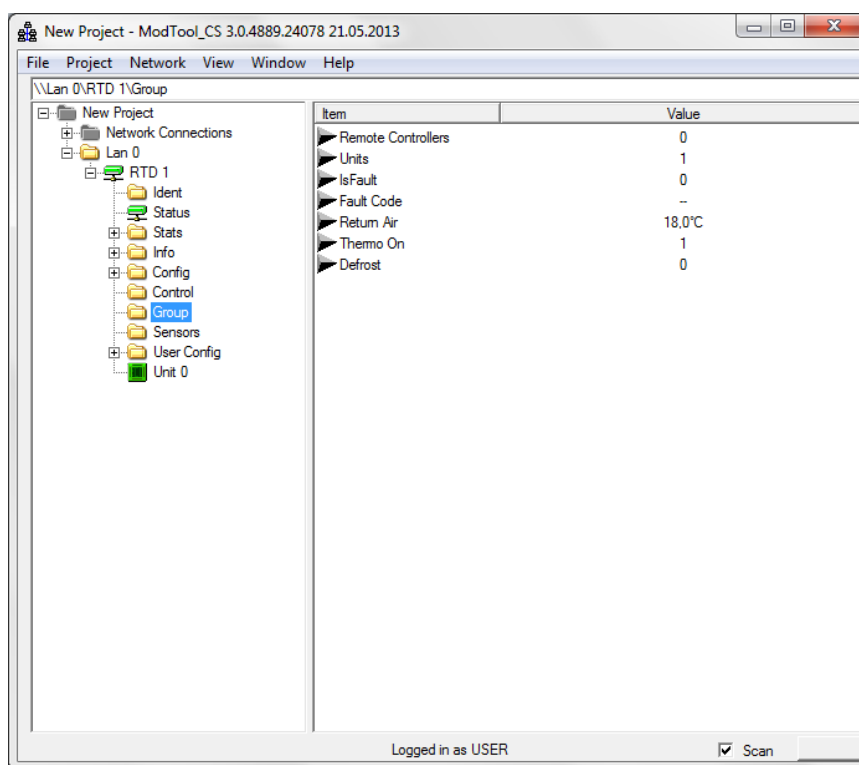


Рис. 3.11. Параметры состояния кондиционера в папке Group

Краткое описание основных параметров:

– IsFault – наличие ошибки в работе кондиционера.

– Fault Code – код ошибки. Если ошибки нет, то в этой строке будет стоять прочерк. Чтобы расшифровать код ошибки в случае ее появления необходимо воспользоваться перечнем кодировок в Приложении 2, таблица 1.

– Return Air – температура воздуха на входе в кондиционер.

6. По желанию, преподаватель, с помощью специальных переключателей, может симитировать ошибки в работе кондиционера, что приведёт АК к аварийной остановке.

Также, преподаватель может симитировать ошибку передачи данных по витой паре от кондиционера к ПК.

Содержание и оформление отчета

В результате проделанной работы каждый студент на двойном тетрадном листе представляет аккуратно оформленный отчет, содержащий следующие сведения и разделы:

– ФИО, № группы, дата.

– Название и цели работы.

– Тип, модель и фирма-производитель кондиционера и основного оборудования необходимого для подключения к ПК (интерфейсный модуль и преобразователь стандартов подключения RS-485/USB), а также схема подключения.

В отчете необходимо:

– занести в таблицу контролируемые с диспетчерского пункта параметры работы кондиционера до и после их дистанционного изменения с ПК;

– определить с помощью удаленного мониторинга причину аварийной остановки кондиционера;

– сделать выводы о проделанной работе.

Работа считается зачтенной, если студент принимал в ней непосредственное участие, подготовил отчет и ответил на контрольные вопросы преподавателя.

Контрольные вопросы по лабораторной работе № 3

1. Что такое локальная и удаленная диспетчеризация?
2. Какие задачи в области кондиционирования воздуха может решать диспетчеризация?
3. Что такое «витая пара»?
4. Какие задачи решают интерфейсный модуль RTD-RA и преобразователь стандартов МОХА в схеме, приведенной на рис.3.1?
5. Чем отличаются цифровой и аналоговый сигналы управления?
6. Что такое протокол ModBus, и в чем состоят его отличия от других распространенных открытых протоколов?

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1

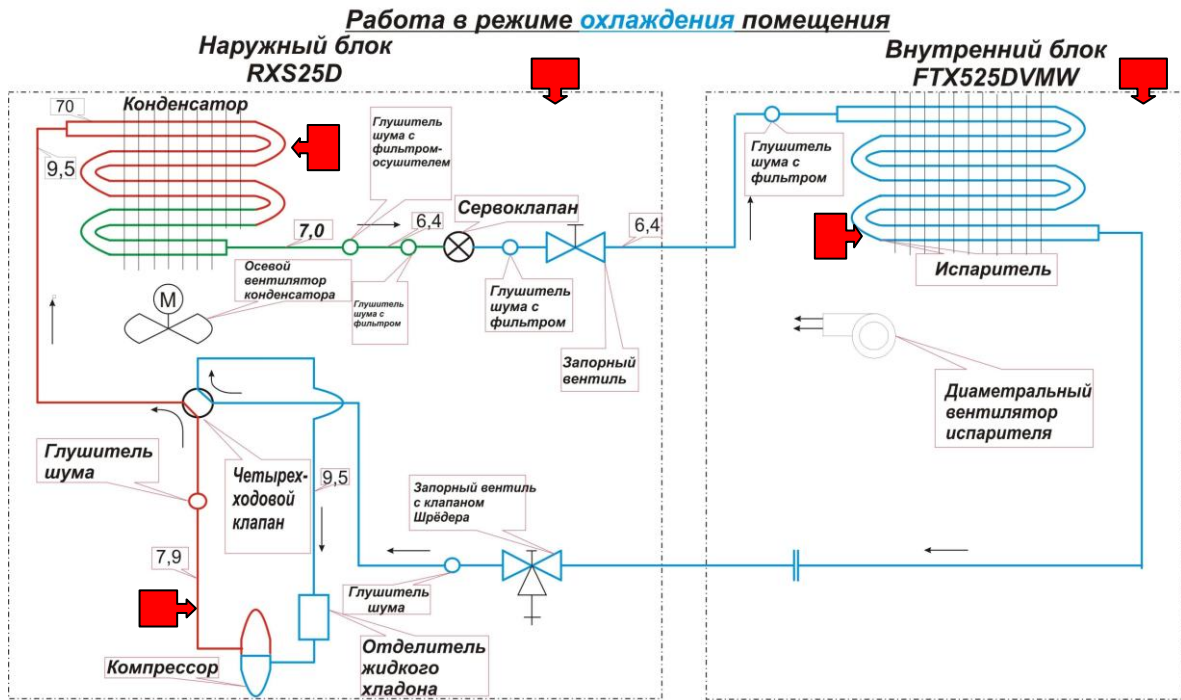


Рис.1. Принципиальная схема кондиционера с указанием мест установки термисторов

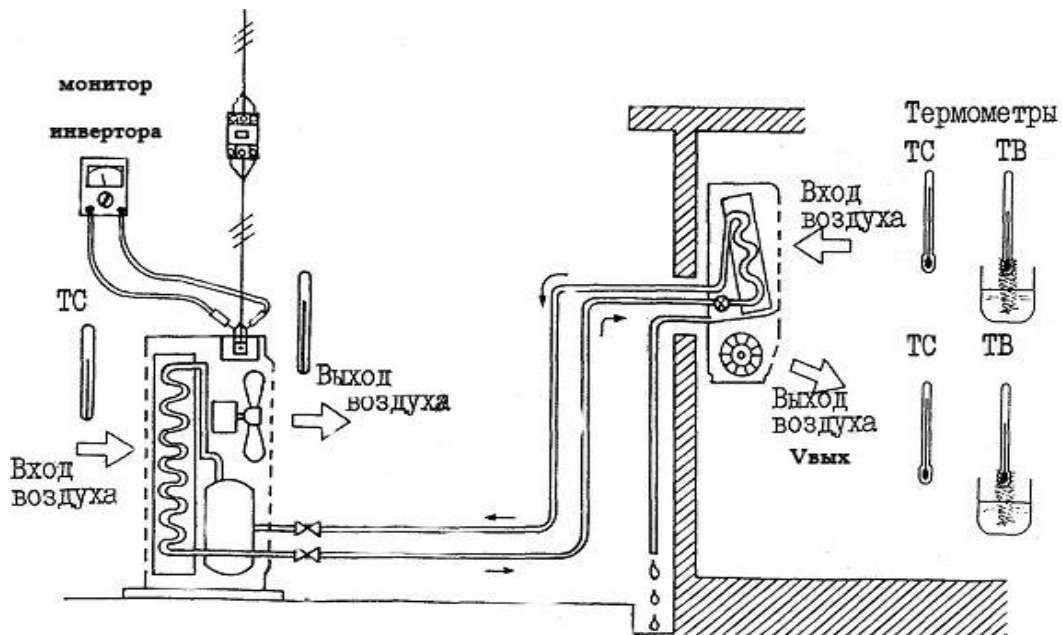


Рис. 2. Схема измерений

Таблица 1

Номинальные режимы работы кондиционера *RXS25D/FTXS25D*

Номинальные параметры электропитания: 50 Гц, 230 В				
Производительность	Охлажд. ($t_{\text{пм}}=27^{\circ}\text{C}$, $\varphi_{\text{пм}} = 50\%$, $t_{\text{нар}}=35^{\circ}\text{C}$)		кВт	2,50
	Нагрев ($t_{\text{пм}}=20^{\circ}\text{C}$, $t_{\text{нар}}=7^{\circ}\text{C}$, $\varphi_{\text{нар}} = 90\%$)		кВт	3,40
Потребляемая мощность	В режиме охлаждения		кВт	0,69
	В режиме нагрева		кВт	0,92

Таблица 2

Мощность охлаждения в режиме, отличном от номинального

$t_{\text{пм}}, ^{\circ}\text{C}$		Температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$											
$t_{\text{м}}$	$t_{\text{с}}$	20			25			30			32		
		$Q_{\text{п}}$	$Q_{\text{яв}}$	N	$Q_{\text{п}}$	$Q_{\text{яв}}$	N	$Q_{\text{п}}$	$Q_{\text{яв}}$	N	$Q_{\text{п}}$	$Q_{\text{яв}}$	N
14	20	2,56	1,90	0,53	2,44	1,84	0,58	2,33	1,79	0,63	2,28	1,77	0,65
16	22	2,68	1,93	0,53	2,56	1,87	0,58	2,44	1,82	0,63	2,40	1,79	0,65
18	25	2,79	1,99	0,53	2,68	1,94	0,58	2,56	1,89	0,63	2,51	1,87	0,65
19	27	2,85	2,11	0,53	2,73	1,99	0,58	2,62	1,95	0,63	2,57	1,93	0,65
22	30	3,02	2,23	0,54	2,91	2,06	0,59	2,79	2,01	0,64	2,74	1,99	0,66

Таблица 3

Мощность нагрева в режиме, отличном от номинального

$t_{\text{пм}}, ^{\circ}\text{C}$		Температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$					
$t_{\text{с}}$		6		10		15	
		$Q_{\text{п}}$	N	$Q_{\text{п}}$	N	$Q_{\text{п}}$	N
15		3,52	0,90	3,82	0,93	4,40	0,97
20		3,40	0,92	3,71	0,95	4,10	0,99
22		3,35	0,93	3,66	0,96	4,05	1,0
24		3,31	0,94	3,61	0,97	4,00	1,01
25		3,28	0,95	3,59	0,98	3,97	1,02
27		3,24	0,96	3,54	0,99	3,92	1,03

Диагностика с помощью пульта управления A433

Современные кондиционеры являются интеллектуальным оборудованием с функцией самодиагностики возникшей неисправности. Код неисправности, появляющийся на дисплее, состоит из двух символов (буква или цифра) и расшифровывается в документации.

Кондиционеры фирмы Daikin диагностируются двумя способами, которые будут изложены ниже.

Первый способ диагностики

Направьте ИК пульт на приемник сигнала внутреннего блока:

1. Нажмите и удерживайте кнопку «*CANCEL*» до появления на дисплее кода «00». Нажимайте кнопку «*CANCEL*» до тех пор, пока не услышите продолжительный звуковой сигнал. При этом на пульте появится символ, соответствующий коду неисправности кондиционера. Коды неисправностей приведены ниже, в табл. 1.

Примечание:

1. При диагностике с помощью пульта на кондиционер должно быть подано электропитание.

2. Если при нажатии кнопки «*CANCEL*» кондиционер отвечает коротким одиночным сигналом или двойным звуковым сигналом, то кондиционер исправен или код неисправности не определяется, т.к. не «прошит» в памяти процессора.

2. Чтобы выйти из режима диагностики, нажимайте и удерживайте кнопку «*TIMER CANCEL*» в течение 5 сек. Режим диагностики выключится автоматически, если в течение 1 мин не нажимать кнопку.

Второй способ диагностики

Второй способ заключается в последовательном определении первого и второго символов кода неисправности. Направьте ИК пульт на внутренний блок:

1. Нажмите одновременно и удерживайте кнопки «*TEMP*» и «*MODE*» до появления на дисплее кода «00». Первый символ кода «0» будет мигать (рис. 1).

2. Нажимая кнопку «TEMP» вы проверяете значение первого символа кода неисправности, при этом блок отзывается одиночным звуковым сигналом. При совпадении первого символа кода с аварийным символом блок издаст двойной звуковой сигнал.

3. Для проверки второго символа кода нажмите кнопку «MODE»; при этом на дисплее замигает второй «0» (рис. 2.).

4. Нажимая кнопку «TEMP», проверяйте второй символ кода; при этом блок каждый раз отзывается двумя одиночными звуковыми сигналами. При совпадении второго символа кода с аварийным символом блок издаст один продолжительный сигнал.

5. Для выхода из режима диагностики нажмите кнопку «MODE», затем кнопку «ON/OFF».

Примечание: Для стирания из памяти процессора кода неисправности (после ее устранения) направьте пульт на внутренний блок, затем нажмите и удерживайте кнопку «ON/OFF» до появления на дисплее символа «00».

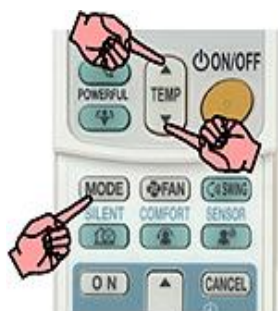


Рис. 1. Проверка значения первого символа кода неисправности

Рис. 2. Проверка значения второго символа кода неисправности

Перечень плановых работ по сервису кондиционеров

- Визуальный осмотр (внешний вид, шум, вибрация, теплоизоляция), крепление блоков, труб, кронштейна, дренажа, проводов.
- Очистка внутреннего блока (воздушные фильтры, теплообменник, корпус, дренаж).
- Очистка наружного блока (теплообменник, корпус, поддон, вентилятор).
- Замер температур входа и выхода воздуха.
- Замер параметров холодильного контура (давления, температуры) – если необходимо.

- Замер электрических параметров (сопротивление изоляции, рабочее напряжение, рабочий и пусковой ток) и проверка термисторов (если необходимо).
- Проверка работоспособности дренажной системы.
- Проверка работоспособности пульта и режимов работы кондиционера.

Таблица 1

Коды неисправности кондиционера

№	Код	Авария	№	Код	Авария	№	Код	Авария
1	<i>00</i>	Нет ошибки	11	<i>E6</i>	Высокий пусковой ток компрессора	21	<i>J5</i>	Термистор всасывания
2	<i>A1</i>	Дефект платы внутреннего блока	12	<i>E7</i>	Высокий пусковой ток вентилятора	22	<i>J6</i>	Термистор конденсатора
3	<i>A3</i>	Перепополнен дренаж	13	<i>H0</i>	Термистор нагнетания	23	<i>L3</i>	Т в щите управления
4	<i>A5</i>	Аномальная Т испарителя	14	<i>H6</i>	Блокировка компрессора	24	<i>L4</i>	Т силовых транзисторов
5	<i>A6</i>	Блокировка вентилятора испарителя	15	<i>H7</i>	Блокировка вентилятора конденсатора	25	<i>L5</i>	Высокий постоянный ток на выходе
6	<i>C4</i>	Термистор испарителя	16	<i>H8</i>	Входное напряжение	26	<i>UA</i>	Неправильная комбинация наружного и внутреннего блока
7	<i>C7</i>	Двигатель жалюзи	17	<i>H9</i>	Т наружного воздуха.	27	<i>P4</i>	Термистор силовых транзисторов
8	<i>C9</i>	Термистор помещения	18	<i>F3</i>	Т нагнетания	28	<i>U0</i>	Низкое давление хладона
9	<i>E1</i>	Дефект платы наружного блока	19	<i>F6</i>	Аномальная Т конденсатора	29	<i>U2</i>	Низкое или высокое напряжение питания
10	<i>E5</i>	Перегрузка компрессора	20	<i>J3</i>	Термистор нагнетания	30	<i>U4</i>	Ошибка межблочной связи

Монитор передачи данных RSUK0919

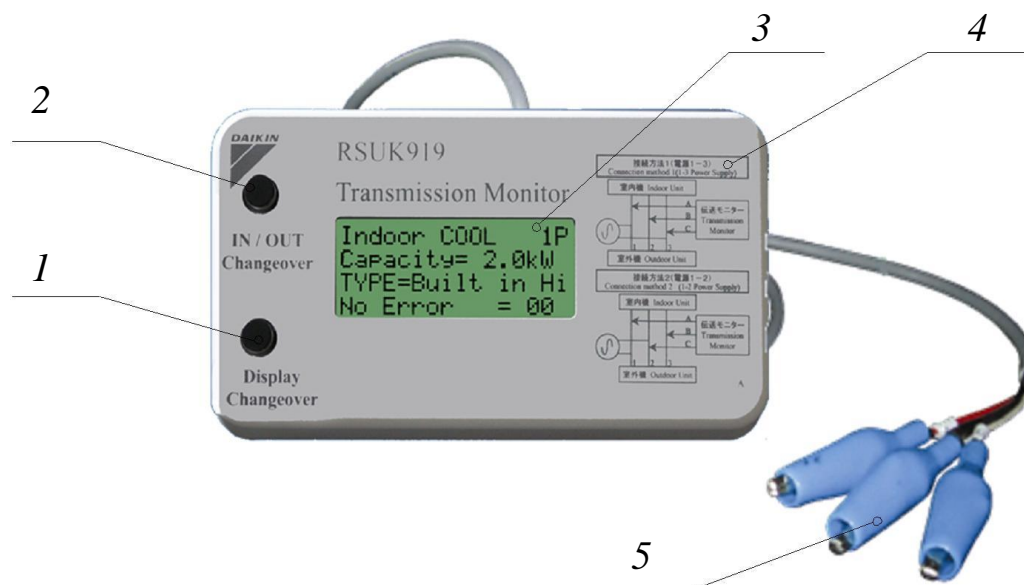


Рис. 1. Монитор передачи данных RSUK 0919:

- 1 – переключатель выбора страниц. Предназначен для переключения страниц;
- 2 – переключатель НАРУЖНЫЙ/ВНУТРЕННИЙ. Предназначен для переключения показаний между наружным и внутренним блоками;
- 3 – монитор. Показывает различные данные (рабочая частота компрессора для инверторных моделей, температура термисторов, код неисправности, и т. д.);
- 4 – схема подключения. Методы подключения монитора к кондиционеру;
- 5 – зажимы для подключения. Предназначены для подключения монитора к внутреннему или наружному блоку.

Назначение

Монитор RSUK0919 позволяет:

1. Контролировать передачу данных между наружным и внутренним блоками.
2. Определить код неисправности.
3. Снять показания термисторов, датчика тока и другие параметры.

Данные можно считывать, подсоединив прибор к наружному или внутреннему блоку. Это удобно, когда доступ к одному из блоков ограничен.

Электропитанием производится от самой системы кондиционирования (отдельного источника питания не требуется).

Передача данных от наружного блока ко внутреннему			
Аббревиатуры	Значение	Аббревиатуры	Значение
Active	Включено	Htpump	Тепловой насос
ALARM	ТРЕВОГА	INV	Инвертор
CAUTION	Ошибка	Multi	Мульти-система
Comp TH	Температура на выходе из компрессора	no data	Нет данных
Cool	Модель - только холод	No Error	Нет неисправности
Current	Входящий ток	Non:	Неинвертор
DEFROST	Режим разморозки	Normal	Нормальный режим
Disch P	Давление нагнетания	OPERATION	В работе
DischTH1	Температура нагнетания 1	Out Fan	Вентилятор наружного блока
DischTH2	Температура нагнетания 2	Out Fan1	Скорость 1-го вентилятора наружного блока
DRY	Режим осушки	Out Fan2	Скорость 2-го вентилятора наружного блока
ERROR CODE	Код неисправности	OutDr	Наружный блок
FIN TH	Температура на обрениии	OutDrTH	Наружная температура
Frequency	Рабочая частота компрессора	Pair	Парная конфигурация
HEAT	Режим нагрева	STOP/Free	В остановке
Heat EX	Температура теплообменника	SuctionTH	Температура всасывания
Hot only	Модель - только тепло	TH-off Er	Ошибка выключения термостата
HPS	Устройство защиты по высокому давлению		

Рис. 2. Перечень сокращений при передаче данных от наружного блока к внутреннему

Передача данных от внутреннего блока к наружному			
Аббревиатуры	Значение	Аббревиатуры	Значение
ACT	Включено	LEVEL	Рабочий уровень
Actuate	Включено	LevelH	Высокий уровень
Built-in	Встроенный тип	LevelL	Низкий уровень
Built-in Hi		Liquid Th	Температура жидкостной трубы внутреннего блока (мульти-система)
Capacity	Холодопроизводительность	Low Noise	Пониженный шум
Ceil Casset	Кассетный тип	NewWallMont	Новый настенный тип
CeilCasset2	Кассетный тип с двухсторонней раздачей	NoCMD toNEXT	Нет команды для следующего помещения
CeilConceal	Канальный тип	Non	Нет
CeilSuspend	Подпотолочный тип	OFF	Выключено
Circulator	Насос	ON	Включено
CMDDto NextRM	Команда для следующего помещения	Out FAN CMD	В подчинении вентилятору наружного блока
Cnrl TH	Температура на термисторе пульта	Out-DrComp	Состояние компрессора наружного блока
Concealed	Канальный тип	P0~P6	Положение жалюзи
COOL	Режим охлаждения	PeakCut	Состояние защиты от скачков
Corner	Угловой тип	PeakCut/Freez=OK	Защита от скачков и от обмерзания отключена (норма)
DEMAND	В подчинении	PeakCut/Freez=ACT	Защита от скачков и от обмерзания включена (неисправность)
dif tmp	Разность между температурами в помещении и установленной	PMT	Разрешено
DRY	Режим осушки	PowerSave	Сохранение питания
ERROR CODE	Код неисправности	PowerSelect	Текущее запрещение выбором питания
FAN	Режим вентиляции	PRT	Запрещено
FAN	Рабочее состояние вентилятора	Req realHz	Рабочая частота
Flap	Состояние жалюзи	Required Hz	Внутренний блок в подчинении рабочей частоты
Floor Mount	Напольный тип	Room Th	Температура в помещении
FloorCnceal	Напольный тип	SubUNIT Prot	Состояние защиты от скачков и обмерзания подчинённого блока
Forced Thrm	Термостат принудительной операции ВЫКЛ	SubUNIT PrtctACT	Защита от скачков и от обмерзания на подчинённом блоке включена (неисправность)
FreezPRT	Состояние защиты от обмерзания	SubUNIT_Prtct=OK	Защита от скачков и от обмерзания на подчинённом блоке отключена (норма)
Heater	Нагреватель	SW	Состояние жалюзи
HOT	Режим нагрева	Thermo	В подчинении термостату
HOT WT	Режим подвода горячей воды	TYPE	Тип
HtEX Th	Температура теплообменника внутреннего блока	unknown	Неизвестно
HtEx Th2	Температура теплообменника внутреннего блока 2	Venti.	Режим вентиляции
INDOOR	Внутренний блок	Wall Mount	Настенный тип
IntakeTH	Температура всасывания внутреннего блока	WallConceal	Настенный тип
Jet TH	Температура нагнетания внутреннего блока		

Рис. 3. Перечень сокращений при передаче данных от внутреннего блока к наружному

Прибор для измерения климатических параметров Testo – 480



Рис. 1. Прибор для измерения климатических параметров Testo – 480

Примечание: Руководство пользователя Testo – 480 см. на сайте www.testo.com.

Измерение температуры и влажности воздушного потока с помощью Testo – 480

- a) Присоедините к прибору Testo – 480 цифровой зонд для измерения температуры и влажности воздушного потока;
- b) включите прибор;
- c) введите зонд в измеряемую зону;
- d) проведите измерение температуры и относительной влажности воздуха;
- e) проконтролируйте результаты измерений в созданной прибором папке результатов;
- f) отключите прибор и отсоедините зонд.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Свистунов В.М., Пушняков Н.К.** Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – СПб.: Политехника, 2001. – 423 с.
2. **Стефанов Е.В.** Вентиляция и кондиционирование воздуха. – АВОК С-3, 2005. – 400 с.
3. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика: Учеб. пособие / В.А. Ананьев, Л.Н. Балужева, А.Д. Гальперин, А.К. Городова и др. – М.: «Евроклимат», Изд-во «Арина», 2000. – 416 с.
4. **Сотников А.Г.** Автономные и специальные системы кондиционирования воздуха. – СПб.: АТ-Publishing, 2005. – 240 с.
5. Системы автоматизации и диспетчеризации высотных жилых комплексов / В.В. Панкратов, А.Н. Колубков, Н.В. Шилкин // Вентиляция. Отопление. Кондиционирование: АВОК. 2005. № 4. С. 8–17.
6. Руководство по монтажу сплит-систем фирмы Daikin. Серия R410A.
7. RTD-RA Daikin Control Interface – Multi-language Installation Instructions.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЙ	5
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 1 Процессы охлаждения и нагрева воздуха в автономном бытовом кондиционере	6
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 2 Сервис и диагностика автономного кондиционера	15
ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА № 3 Локальная диспетчеризация автономного кондиционера	19
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	28
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	37

Тимофеевский Алексей Леонидович
Пивинский Андрей Анатольевич
Коченков Владислав Николаевич

**АВТОНОМНЫЕ КОНДИЦИОНЕРЫ
ПРОЦЕССЫ ОБРАБОТКИ ВОЗДУХА,
СЕРВИС И ДИАГНОСТИКА,
ЛОКАЛЬНАЯ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИЯ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный редактор
Т.Г. Смирнова

Компьютерная верстка
Н.В. Гуральник

Дизайн обложки
Н.А. Потехина

Печатается
в авторской редакции

Подписано в печать 23.05.2016. Формат 60×84 1/16
Усл. печ. л. 2,33. Печ. л. 2,5. Уч.-изд. л. 2,38
Тираж 50 экз. Заказ № С 28

Университет ИТМО. 197101, Санкт-Петербург, Кронверкский пр., 49
Издательско-информационный комплекс
191002, Санкт-Петербург, ул. Ломоносова, 9