

Автоматика Отопления Вентиляции и Кондиционирования для помещения

Наша организация занимается системами автоматизации климата в жилых зданиях и отдельных квартирах. Обычно, это частные жилые здания площадью от 50 до 2000м.кв., в которых имеется от 2х до 50ти помещений различного назначения. В задачи нашей системы автоматического управления входит поддержание температуры и климата помещений в энергосберегающем режиме или в комфортном режиме.

СОДЕРЖАНИЕ

1.	Климатическое оборудование помещения.....	1
2.	Элементы автоматики для автоматического управления климатом.....	2
3.	Интерфейс пользователя.....	3
4.	Простые правила управления климатом.....	3
5.	Режимы управления климатом в системе EasyHome.....	5
6.	Настройки АВТО климата в инженерном интерфейсе системы EasyHome.....	7
7.	Дополнительные функции управления климатом в комнате.....	8

1. Климатическое оборудование помещения.

В состав климатического оборудования помещения может входить много различного оборудования, но оставим для рассмотрения только основной набор оборудования влияющий на получаемый температурный режим:

- 1) Тёплый пол (с водяным теплоносителем или электрическим)
- 2) Нагреватель воздуха (радиатор или конвектор)
- 3) Кондиционер или фанкойл (служащий для охлаждения или резервного обогрева)

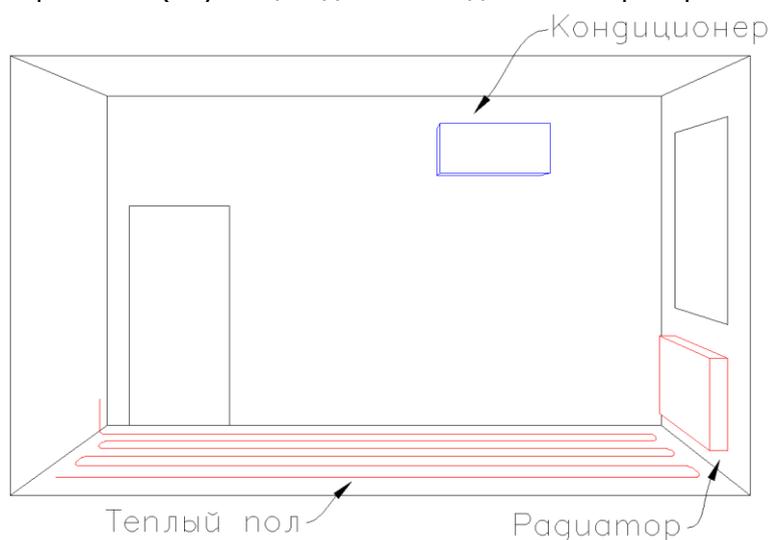


Рис.1 Системы поддержания температуры в помещении

2. Элементы автоматики для автоматического управления климатом

Требование к системе автоматики кажутся просты: Автоматика должна подключать к работе кондиционер на охлаждение или на обогрев при необходимости и отключать кондиционер от работы, когда необходимость работы кондиционера пропадает и для поддержания заданной температуры достаточно управления радиатором и тёплым полом. Так же система автоматики не должна допускать конфликтов между приборами и частых, излишних переключений оборудования между режимами.

На протяжении десятка инсталляций и настроек системы автоматического управления таким климатическим трио, нам удалось выработать универсальный алгоритм автоматического управления. Алгоритм работает с любой комбинацией установленного оборудования и имеет минимальное количество настроек, обычно не требующих корректировок. Подробное описание этого алгоритма рассмотрим после описания физических компонентов системы автоматики для управления климатом в помещении:

- 1) Для управления тёплым полом устанавливаем активатор на зону помещения – это реле для электрического тёплого пола или термоэлектрические сервоприводы на клапанах коллектора труб для водяного тёплого пола.
- 2) Датчик температуры пола – обычно закладывается трубка при устройстве пола
- 3) Для управления радиатором может применяться реле или термоэлектрический сервопривод, а для конвекторов часто возможен вариант плавной регулировкой скорости вентилятора и с интерфейсом 010В или RS485.
- 4) Датчик температуры воздуха, обычно прячется в подрозетник под заглушкой рядом с блоком выключателей, расположенных ближе к жилой части помещения. (Но не рекомендуем ставить датчик температуры воздуха на внешние стены, или потолок, там сильные искажения показаний.)
- 5) Канал управления кондиционером – шлюз связи, обычно с интерфейсом RS485, иногда используется ИК шлюз.
- 6) Программируемая система управления, принимающая от пользователя желаемую температуру воздуха и пола, и реализующая алгоритмы управления имеющимся климатическим оборудованием, опираясь на датчики температуры воздуха и температуры пола. Для этого нами используются промышленные контроллеры Beckhoff или ОВЕН-ПЛК или EasyHomePLC.

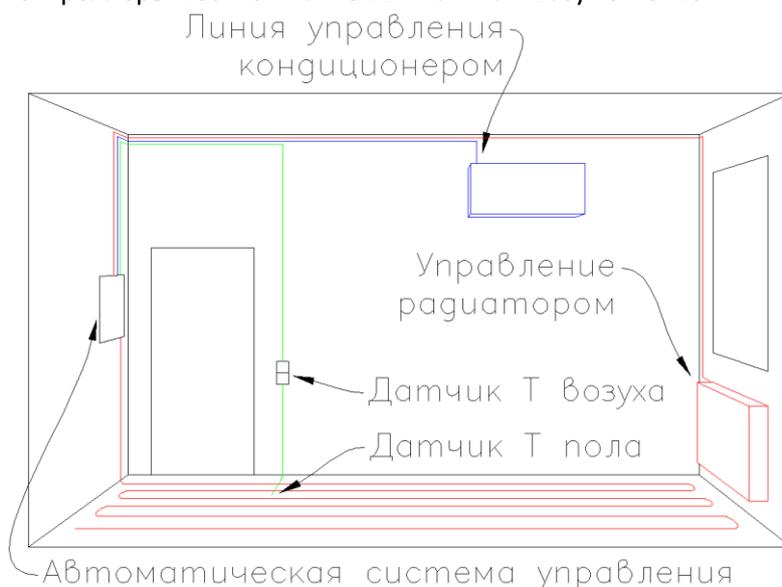


Рис.2 Система управления климатом в помещении

3. Интерфейс пользователя

В качестве интерфейса пользователя обычно мы используем ПО EasyHome, оно служит для визуализации измерений и состояния, отображает команды управления выдаваемые алгоритмами контроллера и приёма от пользователей желаемых настроек.

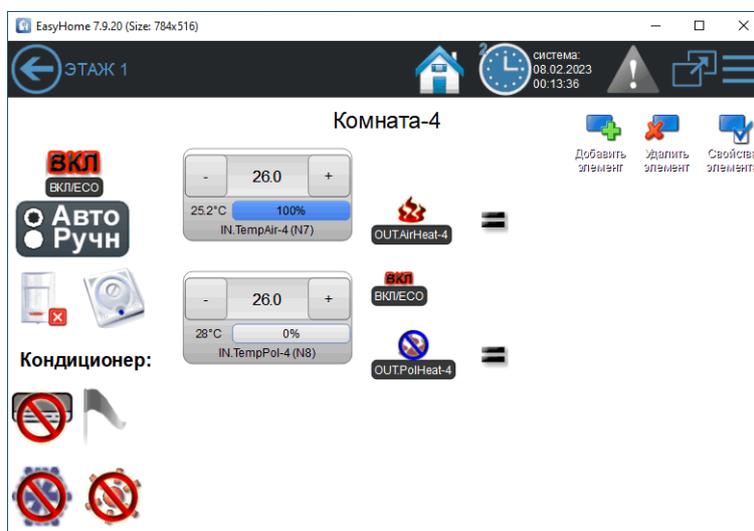


Рис.3 Пример визуализации управления климатом в помещении в EasyHome

При необходимости, на интерфейс добавляются другие органы управления или удаляются ненужные и заменяются картинки и их расположение. В интерфейсах большинства других систем управления климатом Умного Дома можно получить сходный набор функций для визуализации, например в ЯндексДом:

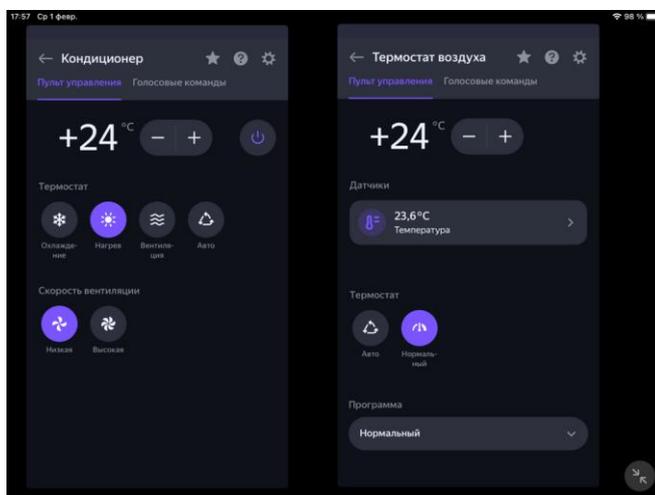


Рис.4 Пример визуализации управления климатом в помещении в Yandex-ДОМ

4. Простые правила управления климатом

Проблематика простого алгоритма управления:

Исходно, мы имеем два программных термостата управляющих температурой воздуха и температурой пола. В случае простого ручного управления эти термостаты работают независимо и могут мешать работать друг другу, например, нагрев пола до желаемой температуры 30C может вызвать перегрев температуры воздуха более желаемых 26C. А попытка подключить в эту систему управления кондиционера путём простой передачи установки желаемой температуры для воздуха приведёт к работе кондиционера на противодействие нагрева теплым полом и радиатором.

Таким образом, можно сформулировать первые правила логического взаимодействия этого климатического трио для автоматической системы управления:

Правило 1: При перегреве температуры воздуха необходимо отключать термостат пола.

Правило 2: Если для поддержания температуры воздуха достаточно использования только нагревателя пола, то надо пытаться поддерживать такой режим, не включая на нагрев радиатор.

Правило 3: Если при выключенном нагреве пола и воздуха в течении какого-то времени продолжает наблюдаться перегрев воздуха, то надо прибегать к принудительному охлаждению с помощью кондиционера.

Правило 4: При работе кондиционера на охлаждение необходимо отключать оба термостата – пола и воздуха, чтоб не допустить их противодействия.

Правило 5: Работа кондиционера происходит по своему отдельному встроенному датчику температуры, показания которого обычно выше на 1-3С от датчика отвечающего за термостат поддержания Т воздуха подключенного к нашей системе автоматики. (см. Рис. Распределение температуры по помещению). Таким образом, на кондиционер следует передавать скорректированную установку желаемой температуры воздуха и, при падении измеряемой температуры ниже заданной, переводить кондиционер с режима охлаждения на режим вентилятора. Но полностью выключать кондиционер в такие моменты нельзя, так как это вызовет слишком частые запуски-остановки кондиционера и его быстрый выход из строя.

Правило 6: Если работа кондиционера на охлаждение не требуется какое-то время, или температура воздуха ниже желаемой какое-то время, не смотря на работу кондиционера в режиме вентилятор (без охлаждения), значит работа кондиционера уже не нужна и надо переходить на нормальный режим работы термостатов воздуха и пола.

Интересен вариант автоматического запуска кондиционеров на обогрев, это может быть необходимо, если имеющиеся системы нагрева не справляются с нагревом помещения до желаемой температуры воздуха или просто отсутствуют по начальному тепломеханическому расчёту системы отопления. Но когда все приборы отопления работают на обогрев, представляется проблематичным понять момент, когда работа кондиционера на обогрев становится не нужна для поддержания заданной Т воздуха и его можно было бы отключить. Тут найдено следующее алгоритмическое решение для автоматической системы управления климатом.

Правило 7: Если работа термостата радиатора и термостата пола на обогрев не позволяет нагреть воздух до желаемой температура за какое-то время, то необходимо запустить систему кондиционирования на работу на нагрев. Но термостату воздуха мы зададим установку температуры выше желаемой, он и так не справляется и не нарушит тактику нагрева всеми имеющимися приборами. Но это позволит определить момент, когда термостат управляющий радиатором станет справляться с нагревом воздуха по превышению текущей заданной температуры на какой-то порог и позволит отключить работу кондиционера с нагрева на режим просто вентилятора. И через какое-то время наблюдения перегрева температуры воздуха или работы кондиционера на режим вентилятора можно сделать вывод, что система отопления радиатором и тёплым полом стала справляться с поддержанием заданной температуры воздуха и можно отключить работу кондиционера полностью.

В последнем правиле работы системы на обогрев, мы считаем должным подключать кондиционер на обогрев только при действительной необходимости и отключать при возможности вести нагрев радиаторами, так как это справедливо для ситуации, когда нагрев радиаторами дешевле экономически, чем нагрев кондиционером. В противном случае работу кондиционера на обогрев следует рассматривать как термостата воздуха.

Так же, понимаем, что если отклонения текущей температуры воздуха слишком большие от желаемой, то не стоит ждать какое-то время, а следует сразу переключать режим работы автоматического управления климатом в помещении.

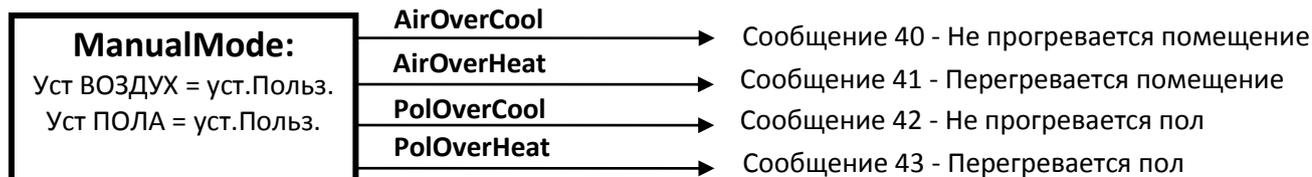
В итоге, сведём все правила и алгоритмы в общую блок-схему описывающую стабильные состояния работы климата – режимы, и условия перехода между ними.

5. Режимы управления климатом в системе EasyHome

В системе климата работает детектор отклонения реальной температуры от установленной за заданное время **HeatModeTestTime** на заданную величину отклонения температуры **HeatModeDeltaT** и генерирует события (сообщения) – **AirOverCool**, **AirOverHeat**, **PolOverCool**, **PolOverHeat**.

По этим событиям, если включен режим АВТО, пытается переключиться на более подходящий режим из основного – динамического понижения Т пола, работу кондиционера на охлаждение или на обогрев. Величины времени и отклонения редактируются на странице настроек климата.

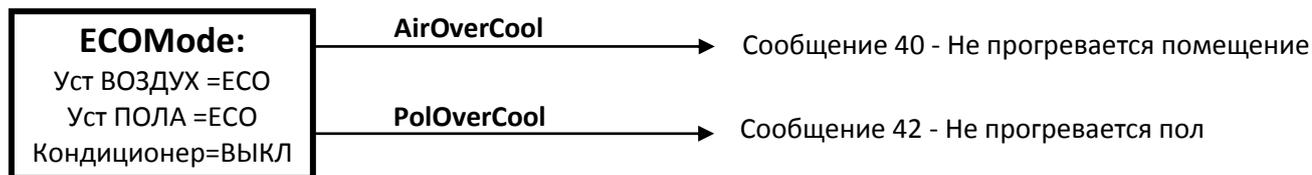
5.1. Ручной режим работы



Ручной режим: термостат воздуха и термостат пола работают независимо по пользовательским уставкам. Об всех отклонениях выдаются сообщения в журнал.

Если в ручном режиме включен в работу кондиционер, то уставка Т воздуха для радиаторов отопления понижается на -3С, что бы система отопления не мешала работе кондиционера на охлаждение или обогрев.

5.2. Режим работы выключенного климата в ECO режим



Экономный режим: термостат воздуха и термостат пола работают независимо по экономичным уставкам поддержания незамерзания, кондиционер выключен. Выдаются сообщения только об недогреве помещения до ECO уставки .

5.3. Автоматический режим работы с несколькими источниками

Автоматический режим: При невозможности поддерживать заданную температуру воздуха в пределах отклонении температуры “Т отклонения АВТО” (HeatModeDeltaT) в течении времени “Время АВТО режима” (HeatModeTestTime) или при превышении порогов $dT_{1..5}$ происходит изменение параметров работы термостатов воздуха, пола и кондиционера - переключение режимов климата или выдаются сообщения об недогреве или перегреве помещения, если варианта переключить режим климата уже не осталось.

Параметры мгновенных переходов настраиваемые на странице инженерной конфигурации:

dT_{FanHi} – определяет отклонение температуры для включения максимальной скорости кондиционера/вентилятора охладителя.

dT_{AirOff} – определяет смещение уставки термостата воздуха в режимах его не использующих в качестве основного источника тепла.

dT_1 -CondOff - определяет мгновенное выключение кондиционирования

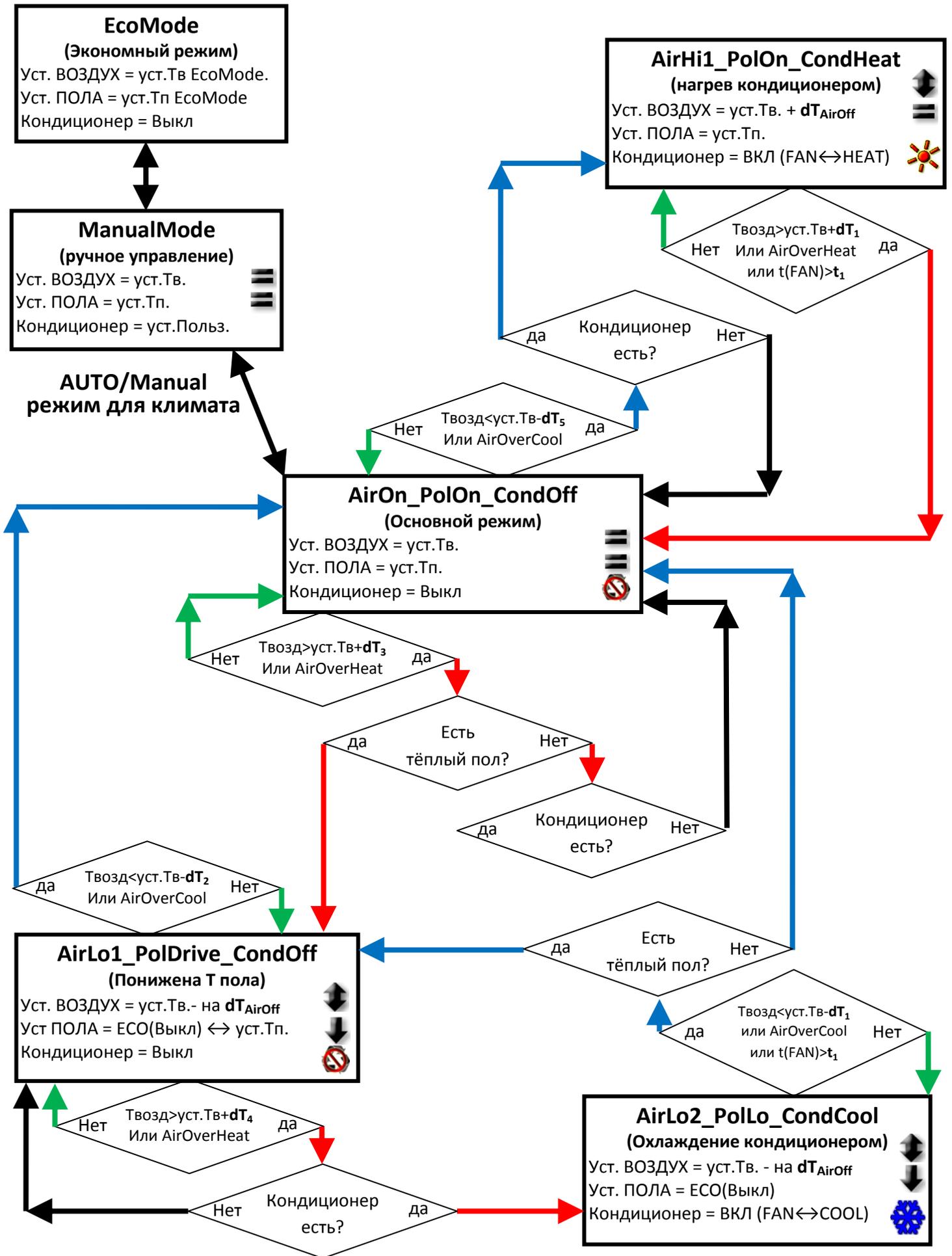
dT_2 -PolDrvOff - определяет мгновенный выход из режима понижения Т пола в Основной режим

dT_3 -OverHeat - определяет мгновенный выход из Основного режима про перегреве

dT_4 -P.D.OvrHt - определяет мгновенный запуск Охлаждения конд-ом из режима понижения Т пола

dT_5 -OverCool - определяет мгновенный выход из Основного режима в Нагрев кондиционером

t_1 - StillFanOffTime – время работы кондиционера в режиме FAN (без нагрева или охлаждения) для выхода из режима работающего кондиционера.



AirOn_PolOn_CondOff - Основной режим работы: Тёплый пол поддерживает свою установленную температуру, но воздух не перегревает. Воздух подогревается до желаемой уставки радиатором/конвектором.

AirLo1_PolDrive_CondOff - понижена Т пола: основной нагреватель ПОЛ: Термостат РО понижен на dT_{AirOff} и батареи будут на “подхвате”, если ТП не сможет нагреть провал температуры, а если ТП достаточно, то батарея не включится. Идёт переключение ТП на Т уст.пола или на выключено (на Т -20С или Т-ECO) по текущей температуре воздуха.

AirLo2_PolLo_CondCool - Охлаждение Кондиционером: ТП выключен. Термостат РО понижен на dT_{AirOff} и не будет срабатывать. Идёт управление компрессором и вентилятором кондиционера в зависимости от величины отклонения текущей температуры воздуха.

AirHi1_PolOn_CondHeat - нагрев кондиционером:

Включенного пола и батареи не хватает для достижения желаемой температуры. кондиционер включен, на обогрев - идёт управление его компрессором и вентилятором в зависимости от отклонения температуры. Пол поддерживает свою температуру. Термостат воздуха поднят на dT_{AirOff} .

Если пошёл перегрев “AirOverHeat” или Т резко поднялась до $T_{уст} + dT_1$, то радиатор стал справляться и кондиционер дальше не нужен.

6. Настройки АВТО климата в инженерном интерфейсе системы EasyHome

Все параметры работы АВТО-климата настроены по-умолчанию на типовые значения и при необходимости их можно корректировать. Часть настроек присутствует в пользовательском интерфейсе в настройках Климата:

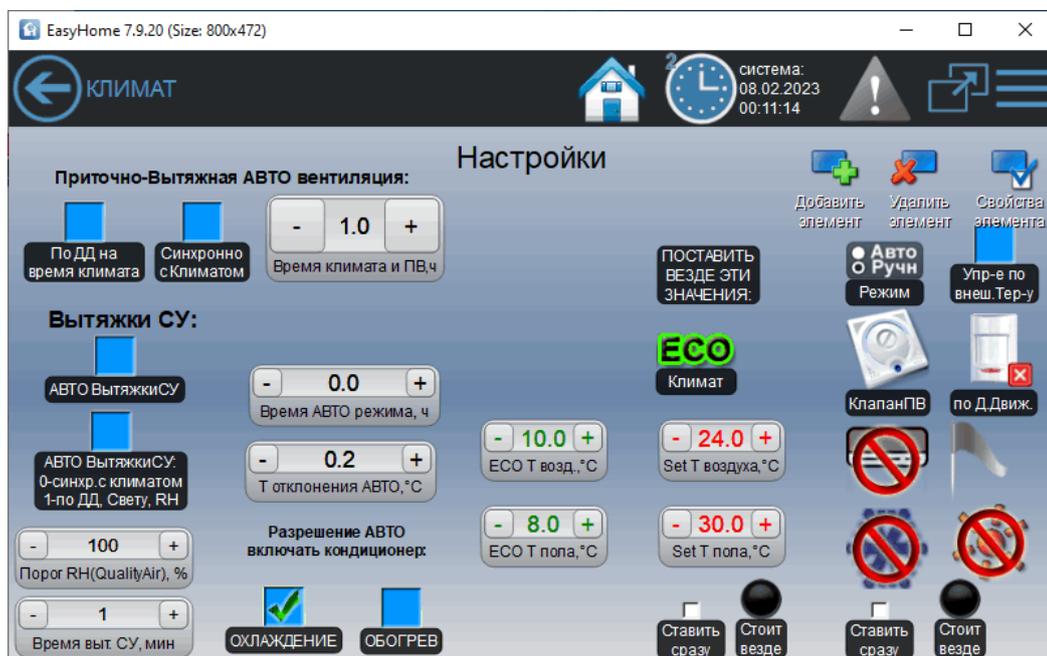


Рис.5 Настройки климата и АВТО-климата в пользовательском интерфейсе

Тут присутствуют параметры определяющие переход между режимами климата в обычном режиме - температуры “Т отклонения АВТО” (HeatModeDeltaT) в течении времени “Время АВТО режима” (HeatModeTestTime). Присутствуют уставки температур для режима климата ECO (ВЫКЛЮЧЕННОГО климата). Присутствуют флаги общего разрешения работы кондиционеров на обогрев и на охлаждения, управление последними возможно вручную или по дополнительному свободному алгоритму.

Ряд настроек для работы АВТО-климата доступен со страниц инженерного интерфейса.

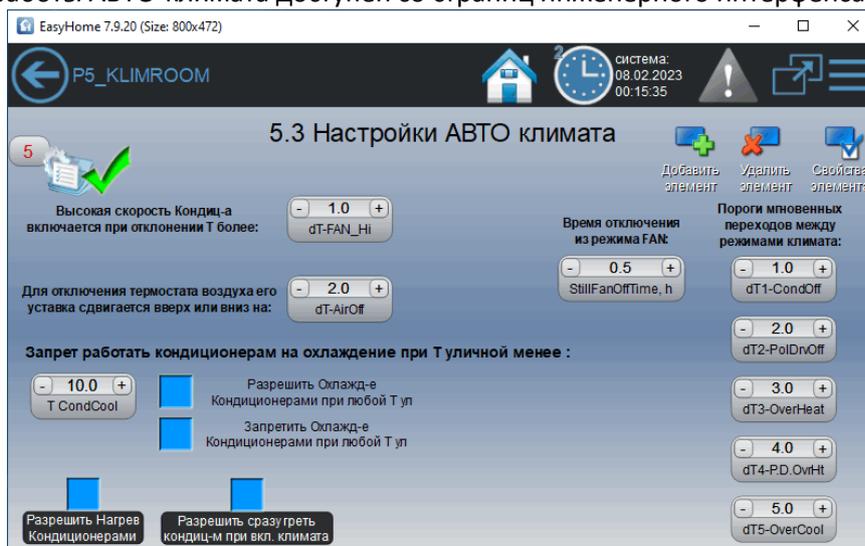


Рис.6 Настройки АВТО-климата в инженерном интерфейсе на страницах конфигурации

Выбираемый флаг **CondHeatFirst** определяет разрешение кондиционерам запускаться на обогрев после включения климата до 1го выхода на заданный режим (с точностью $\pm 1C$), а время до события **AirOverCool** принимается 24 часа до выхода климата на режим в первый раз. Т.е. при выключенном флаге **CondHeatFirst** кондиционеры на обогрев будут запущены только спустя 24 часа, если другие нагревательные приборы не справятся за это время.

При настройке системы климата необходимо на других страницах конфигурации указать существующие датчики Т воздуха и пола (на странице 4. Датчики Температуры), номера существующих кондиционеров в комнатах климата (5. Настройки Климата и конд-в).

Если кондиционер не указан в настройках комнаты, то с его кнопок в климате в ручном/автоматическом режиме работает только управление чиллером, но автоматическое управление кондиционером не происходит и команды на реальный кондиционер не транслируются (через RS485, ИК шлюз, и т.д.).

7. Дополнительные функции управления климатом в комнате

Так же, в инженерном интерфейсе можно включить ряд других полезных функций управления климатом и настроек в системе EasyHome:

- Исключение термостата пола из алгоритма АВТО-климата для независимого поддержания заданной Т пола
- Управление нагревом воздуха или пола без датчика температуры, по режиму ШИМ. Работает по линейной аппроксимации: Для уставки 20C задаётся ШИМ = 0%, для уставки температуры 40C задаётся ШИМ = 100%. Период ШИМ по-умолчанию настроен на 6 мин для воздуха и на 20мин для пола.
- Режим нагрева ШИМ-ПИД, совмещающий работу ПИД-регулятора по датчику температуре и уставке и управление нагревателем не имеющим встроенную возможность плавного регулирования. При использовании двухпозиционного термоэлектрического сервопривода клапана радиатора, время открытия-закрытия которого 5..15 минут, позволяет максимально плавно подгонять его работу под текущие условия климата.
- Зоны с полным выключением термостата воздуха или пола, тогда в режиме ECO не будет поддерживаться минимальная температура, нагреватели будут полностью отключены.
- Корректировка показаний датчиков Т воздуха простая или погодозависимая (компенсация по Т ул.).
- Величина гистерезиса работы термостатов воздуха и пола, по умолчанию 0.2C
- Указание связанных зон климата, для работы всегда по одинаковой уставке Т воздуха.
- Управление ступенчатым нагревателем воздуха и/или конвектором.
- Привязка работы вентиляции к климату в помещении