

Управление электрическим нагревателем (Heat\_E\_v1.00)

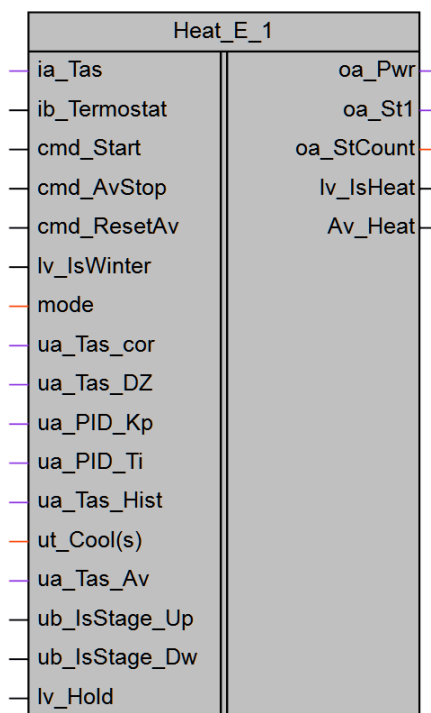


Рисунок 1 – Условное обозначение

Входы	Тип данных	Пояснения	Диапазон
ia_Tas	Float	Текущее значение температуры приточного воздуха	
ib_Termostat	Bool	Сигнал от защитного термостата	0- Авария 1- Норма
cmd_Start	Bool	Команда на запуск регулирования	0- Стоп 1- Пуск
cmd_AvStop	Bool	Команда на аварийную остановку	1- Аварийный стоп
cmd_ResetAv	Bool	Сброс аварий	1- Сбросить
lv_IsWinter	Bool	Текущий сезон	0- Лето 1- Зима
mode	Int	Режим работы нагревателя	0- одна ступень по двухпозиционному закону с гистерезисом 1- одна ступень по ПИ-закону 2- одна ступень по ПИ-закону+ одна опорная ...
ua_Tas_cor	Float	Уставка температуры приточного воздуха	
ua_Tas_DZ	Float	Зона нечувствительности регулятора	
ua_PID_Kp	Float	Пропорциональный коэффициент ПИ-	≥0

		регулятора	
ua_PID_Ti	Float	Время интегрирования ПИ-регулятора	≥0
ua_Tas_Hist	Float	Гистерезис для двухпозиционного регулирования	≥0
ut_Cool(s)	Int	Время продува ТЭН после их выключения, в секундах	
ua_Tas_Av	Float	Максимально допустимая температура приточного воздуха	
ub_IsStage_Up	Bool	Флаг регулирования второго уровня	
ub_IsStage_Dw	Bool	Флаг регулирования первого уровня	
Lv_Hold	Bool	Установить ПИД на 100%	0- от ПИД 1- 100% ПИД
<b>Выходы</b>	<b>Тип данных</b>	<b>Пояснения</b>	<b>Диапазон</b>
oa_Pwr	Float	Общая мощность нагревателя	0..300
oa_St1	Float	Мощность первой ступени	0..100
oa_StCount	Int	Количество активных ступеней	≥0
lv_IsHeat	Bool	Флаг работы регулятора нагревателя	0- Стоп 1- Работа
Av_Heat	Bool	Нагреватель неисправен	0- Норма 1- Авария

### Описание работы макроса

В зависимости от выбранного режима возможно управление одной ступенью нагревателя по двухпозиционному закону регулирования с гистерезисом ( $mode=0$ ) или по ПИ-закону регулирования ( $mode=1$ ) с управлением до несколькими ступенями нагревателя.

При появлении команды на запуск работы регулятора ( $cmd\_Start=1$ ) выставляется флаг работы ( $lv\_IsHeat=1$ ) и начинается процесс регулирования. При пропадании команды на запуск ( $cmd\_Start=0$ ) нагреватель выключается ( $oa\_Pwr=0$ ), флаг работы сбрасывается с задержкой ( $ut\_Cool(s)$ ).

#### Работа по двухпозиционному закону регулирования ( $mode=0$ )

Если температура приточного воздуха ( $ia\_Tas$ ) меньше уставки с учетом гистерезиса ( $ua\_Tas\_cor - ua\_Tas\_Hist/2$ ), то включается первая ступень на полную мощность ( $oa\_St1=100$ ).

Если температура приточного воздуха больше уставки с учетом гистерезиса ( $ua\_Tas\_cor + ua\_Tas\_Hist/2$ ), то первая ступень выключается ( $oa\_St1=0$ ).

Если в момент включения блока температура находилась в зоне уставки, то первая ступень выключена.

#### Работа по ПИ-закону регулирования ( $mode=1 . . 5$ )

Для более плавного регулирования предусмотрена зона нечувствительности температуры приточного воздуха. Данный параметр задается через свойства блока, по умолчанию равен 1 °С.

Зависимость выходной мощности от управляющего воздействия можно записать в виде:

$$Y_i = K_{\text{П}} \cdot \left( E_i + \frac{\Delta t_{\text{ИЗМ}}}{T_{\text{И}}} \sum_{j=0}^i E_j \right),$$

где  $Y_i$  – выходная мощность нагревателя ( $oa\_Pwr$ );

$K_{\text{П}}$  – пропорциональный коэффициент ( $ua\_PID\_Kp$ );

$T_{\text{И}}$  – время интегрирования ( $ua\_PID\_Ti$ );

$E_i$  – разность между уставкой и текущим значением  $T_{\text{прит}}$  ( $ua\_Tas\_cor - ia\_Tas$ );

$\Delta t_{\text{ИЗМ}}$  – время дискретизации (1 с).

Первая ступень управляется плавно. Вторая и третья ступени являются опорными и управляются дискретными сигналами. Для защиты от частого включения опорных ступеней используется гистерезис, равный 10 % мощности. Т. е. вторая ступень включится, когда выходная мощность достигнет 105 %, выключится, когда, снизится до 95 % (205 % и 195 % для третьей ступени, соответственно).

Временная диаграмма приведена на рисунке 2.

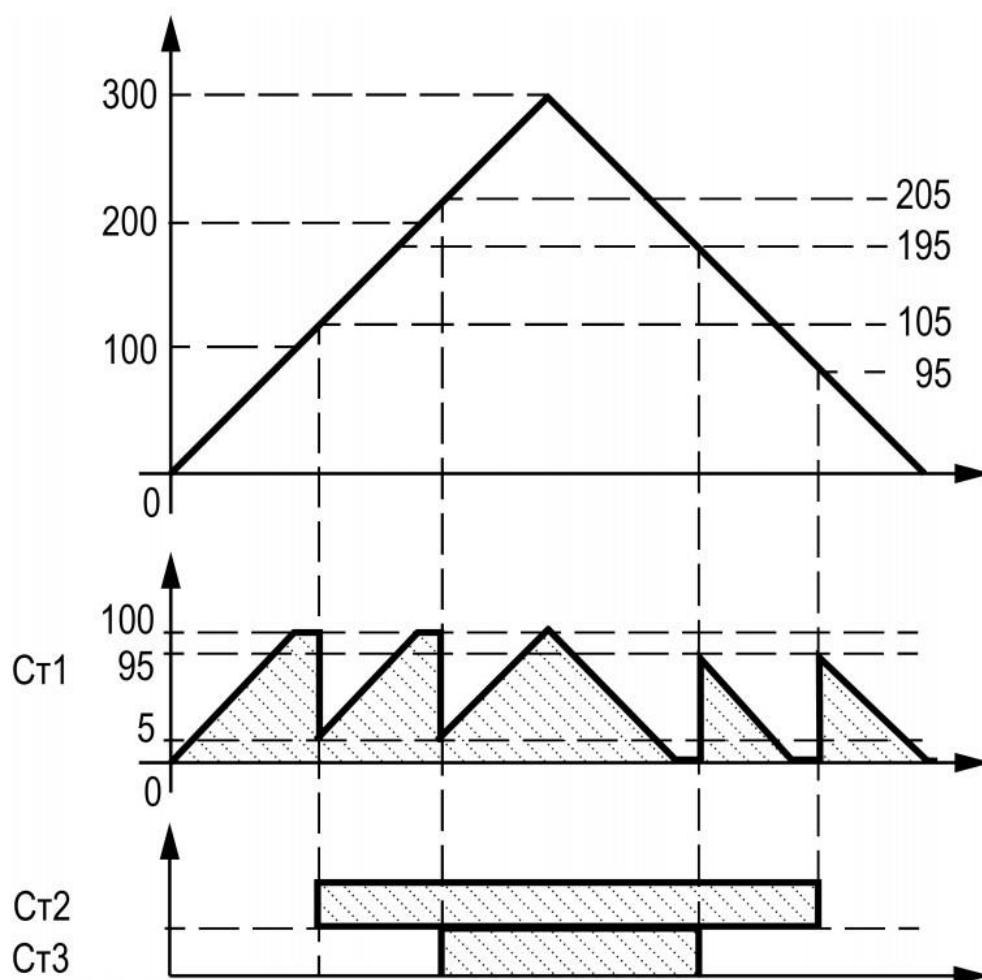


Рисунок 2 – Временная диаграмма

Что бы регулятор не реагировал на незначительные отклонения текущей температуры от уставки используется зона нечувствительности ( $ua\_Tas\_DZ$ ).

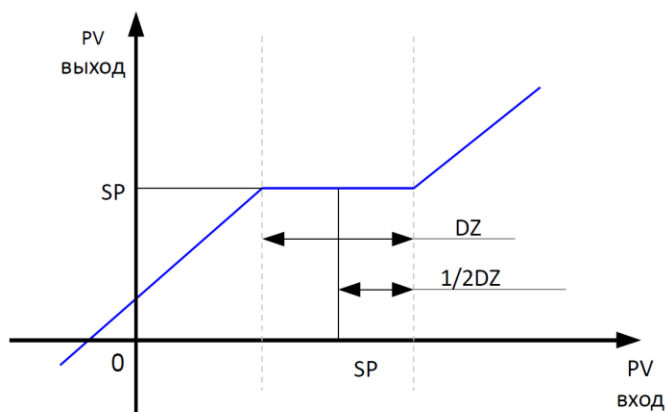


Рисунок 3 – принцип работы зоны нечувствительности. (SP – уставка ( $ua\_Tas\_cor$ ), PV – уставка до (Вход) и после (Выход) коррекции, DZ – зона нечувствительности ( $ua\_Tas\_DZ$ ).

### Аварии

При появлении команды аварийной остановки ( $cmd\_AvStop=1$ ) нагреватель выключается ( $oa\_Pwr=0$ ), флаг работы сбрасывается сразу без задержки.

Если температура приточного воздуха ( $ia\_Tas$ ) поднимается выше максимально допустимого значения ( $ua\_Tas\_Av$ ) или срабатывает защитный термостат ( $ib\_Termostat=0$ ), то фиксируется неисправность нагревателя ( $ob\_AvHeat=1$ ), нагреватель выключается ( $oa\_Pwr=0$ ), флаг работы сбрасывается с задержкой ( $ut\_Cool(s)$ ).

### Каскадное регулирование

Для реализации работы каскада необходимо задать наличие младшей ( $ub\_IsStage\_Dw$ ) и старшей ступени ( $ub\_IsStage\_Up$ ). Если их нет, то рассчитанный процент открытия клапана находится в диапазоне 0..100%. Наличие младшей ступени занижает нижнюю границу до -5%. Наличие старшей ступени завышает верхнюю границу до 105%. Величина отклонения задается в свойствах макроса.

Достижение верхней границы служит командой на запуск старшей ступени. Одновременно с этим необходимо остановить работу регулятора текущей ступени ( $lv\_Hold=1$ ), после этого процент открытия станет равен 100.

Достижение нижней границы служит командой на остановку работы текущей ступени.

Разработчик	Версия	Дата изменения
Пашуканис Е.С.	1.0	25.05.18