



THC1-2 Smart датчик «температура – влажность – температура PT1000»

THC1-2 это небольшого размера плата(15*50мм) с установленными датчиком температура-влажность HTS221 и микроконтроллером STM32 от STMicroelectronics, а так же microUSB разъемом, RGB светодиодом и необходимыми дополнительными компонентами.

Микроконтроллер измеряет и обрабатывает сигналы от первичных датчиков, плюс управляет 4-мя многофункциональными линиями и индикацией.

Линии могут быть настроены как: 1-wire, ШИМ, дискретный вход, дискретный выход со срабатыванием по предустановленным порогам и временным задержкам.

Модуль можно использовать как цифровой датчик 1-wire, аналогично широко используемому датчику температуры DS18B20.

Кроме температуры, THC1-2 измеряет еще влажность и температуру от внешнего датчика PT1000. Формат всех значений датчиков полностью копирует формат, принятый в DS18B20.

Разрешающая способность для температур 1/16 градуса, для влажности 1/16%.

Также модуль может выдавать пропорциональный ШИМ сигнал от всех трех датчиков с частотой до 10кГц(настраивается). Причем можно задать нижний и верхний пороги интересующего диапазона датчика, и микроконтроллер растянет ШИМ по указанному диапазону.

В дополнение к функциям датчика, модуль может управлять линиями, аналогично режиму термостата у DS18B20. Только в модуле линий четыре, плюс большой выбор параметров для каждой линии индивидуально.

Линии доступны и для простого чтения / записи логических уровней через 1-wire / USB.

Все параметры доступны через 1-wire, командами из набора команд DS18B20.

Кроме этого, есть более удобный метод настройки параметров – при помощи компьютера через microUSB разъем и бесплатную сервисную программу.

Устанавливается функция каждой линии, тип выхода, полярность, частота/длительность срабатывания, величина параметра, дельта. Выбранные параметры сохраняются в энергонезависимой памяти.

К одной из линий можно подключить переменный резистор(резистор подстройки), регулировка которым будет вносить смещение +- на выбранный параметр в заданных пределах.

Для работы с модулем через USB не требуется установка драйверов, сервисная программа не требует инсталляции.

При работе с термодатчиком PT1000, диапазон измеряемых температур определяется типом выбранного датчика и может иметь пределы от -200 до +1000 градусов.

Одно из применений модуля - мост PT1000 – 1wire или PT1000 – ШИМ.

Для создания законченного устройства управления температурами / влажностью, достаточно подать питание +3.3 ... + 5.5V и подключить к выходной линии(ям) модуля через резистор оптопару / оптотриак для управления мощными ключами / пускателями.

Страница продукта в интернете: www.fractal.com.ru/THC1-2

Краткие характеристики:

Микроконтроллер	STM32L0
Датчик температуры HTS221	-40...+120 Град.
Разрешающая способность HTS221	1/16 Град.
Датчик влажности HTS221	0...100 %
Разрешающая способность HTS221	1/16 %
Более подробные характеристики HTS221 :	https://www.st.com/resource/en/datasheet/hts221.pdf
Вход датчика PT1000	-200 ... +1000 Град.
	(диапазон ограничен характеристиками самого датчика)
Разрешающая способность PT1000	1/16 Град.
Время преобразования всех величин сразу для 1-wire	не более 0.1с
Номинал сопротивления резистора подстройки	300 Ом ... 100кОм
Рекомендуемое сопротивление резистора подстройки	10 кОм
Светодиод индикации режимов и состояний линий	RGB
Настройка времени индикации одного состояния	0.2 – 5 с
Количество многофункциональных линий	4
Тип выхода	потенциальный 0 / +3.0В или «открытый сток»
Максимальная частота в режиме ШИМ	10 кГц
Глубина ШИМ	1600
Период медленного ШИМ	1 - 6500 с
Запрет изменения выхода	0 – 6500 с
Максимальный выходной ток управляющей линии	+/- 15мА
Рекомендуемый ток управляющей линии	5мА
Рекомендуемый тип выхода линии	«открытый сток»
Абсолютно максимальный диапазон потенциалов всех линий, включая питание относительно потенциала 0V	0 ... +5.5В
Защита линий L1-L4 и питания	IEC 61000-4-2 level 4: – 15 kV (air discharge) – 8 kV (contact discharge)
Питание	+3.3 ... +5.0В
Типичный ток потребления	6 мА
Размер	15 * 50 * 4.5 мм
Подключение к компьютеру	microUSB
Установка всех параметров через	USB , 1-wire
Family code 1-wire	задается, по умолчанию 0x28
Поддерживаемые команды 1-wire	0xCC "Skip ROM" 0x33 "READ ROM" 0xF0 "SEARCH ROM" 0x55 "MATCH ROM" 0x44 "Conversion" 0xBE "Read Scratchpad" 0x4B "Write Scratchpad" 0x48 "Copy Scratchpad" 0xB8 "Recall EE to Scratchpad"

Оглавление

Совместимость с DS18B20.....	4
Конструкция модуля и подключения	5
Настройка модуля через microUSB сервисной программой	6
Пример отображения сервисной программы с пояснениями	8
Работа с 1-wire	9
Чтение результатов измерения.....	9
Управление работой модуля.....	10
Управление линиями как дискретными выходами без дополнительных функций	10
Параметры	11
Индикация.....	12
Изменения и дополнения.....	13

Совместимость с DS18B20

При чтении через 1-wire температуры встроенного термодатчика THC1-2 все аналогично DS18B20. Расположение и формат результата измерения температуры полностью идентичны.

В регистровом файле DS18B20 всего 8 байт + 1 байт CRC8.

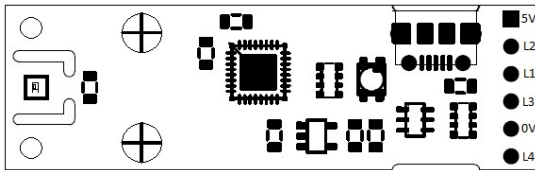
Для передачи значения температуры используется только 2 байта, остальные, как правило, не используются (2 байта для программирования режима термостата + 1 байт конфигурации + 3 байта резерв).

Для подтверждения бесспорного прочтения параметров через 1-wire используется дополнительный байт от DS18B20 содержащий CRC8 для этого пакета. Этот байт выдается последним после прочтения всех 8 регистров. Другими словами - пользователь считывает все 8+1 байт всегда (кроме случая когда допускаются ошибки при прочтении температуры).

Пользователь читает 6 ненужных ему байт.

Именно в этих байтах мы разместили 2 байта влажности, 2 байта температуры от PT1000 и дополнительные 2 байта в которых видны логические состояния четырех линий.

Причем формат всех значений датчиков полностью копирует формат, принятый для температуры в DS18B20. Это знаковое целое 16 бит умноженное на 16 (отсюда и ограничение по разрешающей способности 1/16). Т.е. для получения значений влажности от встроенного датчика и температуры от внешнего PT1000, нужно применить метод расчета температуры, применяемый в случае с DS18B20 к двум следующим парам байтов, которые все равно уже считаны.



Конструкция модуля и подключения

Модуль представляет собой печатную плату 15 * 50мм, с односторонним монтажом компонентов. На модуле есть 4 крепежных

отверстия. Два диаметром 3.5мм и два диаметром 2.2мм. При креплении модуля нужно соблюдать дистанцию от компонентов и печатных проводников, не допуская замыканий или контактов с ними. Чип датчика HTS221 окружен отверстиями для дополнительной температурной изоляции и более свободного движения воздуха вблизи. Конструкция модуля допускает помещение его в термоусадочную трубку для защиты компонентов и изоляции от окружающей среды. При этом, для правильной работы необходимо чтобы сам датчик оставался «на открытом воздухе».

На модуле есть 2 разъема: microUSB и PLS-6. В большинстве случаев, microUSB будет использоваться только однажды для задания параметров перед применением модуля. В этих случаях он тоже может быть убран в термоусадочную трубку.

! При программировании через microUSB не допускается подключение модуля через 6-ти контактный разъем, к каким либо устройствам.

Модуль НЕ ИМЕЕТ гальванической развязки между этими разъемами, поэтому при наличии разности потенциалов между землей компьютера и подключенными через модуль устройствами, всё может выйти из строя.

Безопасным является подключение к microUSB только модуля с/без PT1000 без дополнительных соединений.

Внешний датчик PT1000 или резистор подстройки подключаются к общему проводу 0V непосредственно у контакта разъема модуля и к линии L4.

Подключение к проводу 0V в удалении от модуля повлияет на точность измерения.

При обрыве PT1000 будет выдано значение температуры больше +1025 градусов, так можно диагностировать обрыв.

6-ти контактный разъем, это основной разъем модуля. Через него подается питание +3.3...+5.0В. Оставшиеся 4 линии индивидуально программируются пользователем. Все контакты промаркированы на печатной плате.

При использовании модуля для управления силовыми нагрузками рекомендуется использовать оптопары для гальванической развязки с силовой частью.

При этом наиболее правильным будет выбирать тип выхода “OD”-открытый сток, а вход оптопары подключать между линией и питанием модуля 5V через ограничительный резистор.

Желательно использовать оптопары с током гарантированного срабатывания 5 мА.

При питании напряжением +5В оптимальным будет ограничительный резистор 750 Ом, для питания +3.3В это 430 Ом.

Выходная линия может выдавать ток до +-15мА. И подключать внешние цепи можно с типом выхода “PP” и к общему проводу. Все это допустимо.

Наши же рекомендации направлены на минимизацию выделения тепла компонентами самого модуля, для уменьшения влияния собственного тепла на встроенный датчик.

При использовании модуля как датчика с ШИМ выходом, можно легко получить функцию аналогового выхода 0...+3.0В. Для этого необходимо настроить функцию ШИМ F_PWM_... , выбрать тип выхода “PP”, задать частоту 10 000 Гц. Далее подключить RC- цепочку с частотой среза значительно ниже 10 кГц. На выходе получится аналоговый сигнал 0...+3.0В.

Единственно - нужно учитывать, что выходное сопротивление такого выхода будет порядка R.

Иногда готовые устройства, к которым нужно подключить датчик, уже содержат входные

фильтры, в этих случаях можно обойтись без RC цепочки, напрямую соединив выход модуля с измерительным входом.

Полезным свойством модуля в режиме датчика ШИМ и медленного ШИМ является возможность задать верхнюю и нижнюю границы параметра, которые будут соответствовать 0% и 100% ШИМ. Можно «растянуть» ШИМ на интересующую область измеряемого параметра.

Настройка модуля через microUSB сервисной программой

Сервисная программа доступна для свободной загрузки на странице www.fractal.com.ru/THC1-2. Необходимо скачать архив и раскрыть его в отдельную директорию. Запустить exe файл.

Программа не требует инсталляции.

Установка драйверов для THC1-2 не требуется. Момент подключения / отключения от USB не имеет значения для сервисной программы, поэтому последовательность подключения может быть любой.

Подключенный модуль автоматически находится программой и в ней отображаются все параметры модуля на текущий момент.

Если параметр имеет название слева от поля ввода, то его можно редактировать. Для этого мышкой выбрать это поле, ввести новое значение и нажать Enter. Некоторые поля позволяют вносить дробные числа, в качестве разделителя применяется точка.

В верхней строке можно увидеть **тип модуля**, **версию прошивки модуля** и его **индивидуальный ID**, на который он будет откликаться по 1-wire.

Первый байт ID это Family code, который предустановлен как пример в значение 0x28.

Пользователь меняет это значение на подходящее ему. Для этого нужно ввести двузначное шестнадцатеричное число без префикса 0x, например 7d .

ID модуля 48 бит генерируется из уникального 96 битного ID микроконтроллера STM32L0. Поэтому повторение его в соседних устройствах маловероятно.

Ниже расположены параметры 4-х линий.

После названия линии идет **индекс выходной мощности** в % от 0 до 100, если это применимо к выбранной функции модуля. Так, например, если линия работает как дискретный выход, то значение 100 будет соответствовать активному уровню выхода, значение 0 – пассивному.

В случае с ШИМ будет отображаться текущая пропорция активной мощности в %.

Для медленного ШИМ отображается 100 или 0, в зависимости от активности выхода в текущий момент. Значение динамически обновляется.

Далее следует кнопка выбора **функции** для этой линии. В выпадающем списке виден доступный набор именно для этой линии. Не все функции доступны на всех линиях.

«Особыми» являются несколько функций.

Функция 1-WIRE, она доступна только для L1.

PT1000 эта функция разрешает подключение к L4 внешнего термодатчика PT1000.

F_R_ADJ разрешает подключение к L4 внешнего резистора подстройки.

Остальной набор функций идентичен для всех линий.

По смыслу все общие функции можно подразделить на группы:

- по типу выхода:

- дискретный выход " F_...",
- выход ШИМ " F_PWM...",
- выход медленного ШИМ " F_LPWM...";

- по используемому параметру:

- температура встроенная "..._T...",
- влажность "..._H...",
- температура внешнего PT1000 "..._PT...",
- команда записи уровня от 1-wire " F_OUT",
- линия как дискретный вход " F_INPUT";

- по возможности коррекции выбранного параметра резистором подстройки "..._R".

Следующий параметр это тип выходной линии, если это применимо к выбранной функции.

Здесь выбор между "PP" Push-Pull – активные 0 и 1(0В и 3.0В), и "OD" Open Drain – открытый сток – активный 0(0В).

Следующий параметр это активный уровень выходной линии, если это применимо к выбранной функции. Здесь можно задать "0" или "1".

Например, выбран "0" при F_T (управление от температуры встроенного датчика дискретным выходом). Значит при измеренной температуре ниже заданного порога будет выдан активный уровень(например на нагреватель) и этот уровень "0". Параметр позволяет инвертировать выход.

Следующий параметр это время или частота, в зависимости от выбранной функции, если это применимо к выбранной функции.

При выборе ШИМ это частота в Герцах, в остальных случаях это время в секундах.

Для ШИМ можно выбрать частоту от 1 Гц до 10кГц. Доступны не все значения, программа самостоятельно округлит значение до ближайшей доступной верхней частоты.

! Быстрый(аппаратный) ШИМ доступен на всех линиях. При этом, его частота для всех линий одинакова. Т.е. если выбрана уже линия с ШИМ и задана его частота, то изменить частоту нельзя. Чтобы заново назначить частоту, необходимо вернуться к единственному варианту, и отредактировать его.

Для медленного ШИМ это период ШИМ в секундах, максимальное значение до 6500с.

Для дискретного выхода это время в секундах(до 6500), чаще которого не может изменяться состояние выхода. Т.е. если сработал выход в активное состояние, то даже если величина уже изменилась до уровня отключения, отключения не произойдет в течение указанного времени, далее по фактическому состоянию нового измерения.

Следующий параметр это целевое значение, если это применимо к выбранной функции.

Здесь устанавливается требуемая величина параметра выбранного в функции этой линии, с точностью до сотой градуса. Модуль округлит сам до ближайшего доступного значения(шаг 1/16).

Следующий параметр это дельта, если это применимо к выбранной функции.

Здесь устанавливается коридор срабатывания.

Для дискретного выхода, при величине дельта не равной 0, срабатывание будет проходить с гистерезисом. При росте, срабатывание будет по уровню +дельта, при падении -дельта.

Для ШИМ будет выбрана пропорция соответствующая текущему измерению входного параметра приведенная к диапазону цель +- дельта. При превышении входного параметра порогов диапазона ШИМ будет вырождаться в "0" или "1".

Последний параметр это подстройка, если это применимо к выбранной функции.

Если для L4 выбран режим F_R_ADJ и к линии подключен переменный резистор, то можно выбрать функцию линии с коррекцией резистором подстройки.

При этом обязательно в параметрах L4 должны быть прописаны максимальное сопротивление резистора подстройки в кОм-ах(номинальное сопротивление) и параметр дельта, в котором задается диапазон регулировки.

Параметр подстройка, отображается динамически. Эта величина будет добавлена к заданию.

При обрыве резистора будет автоматически принято значение коррекции = 0.

Ниже следуют 2-3 динамически изменяющихся параметра.

Это текущие значения измеряемых величин от датчиков.

Рядом расположены поля, позволяющие записать в прибор пользовательскую коррекцию каждого параметра.

Записанная величина(как положительная так и отрицательная) будет всегда учитываться при измерении первичного датчика.

Считанный результат и работа выходов будут с этой коррекцией.

Последний параметр управляет светодиодом модуля.

Это время минимального дискрета отображения в секундах. Оно фактически задает темп индикации. При записи сюда 0, светодиод будет выключен. Максимальное значение 5, дискрет 0.1с

Пример отображения сервисной программы с пояснениями

THC1-2 ver3.08									
Module THC1-2.1		Firmware v3.08		S/N 28		5f 53 20 15 01 09 98			
LINE 1	0	1-WIRE		ON=>	0	0	0	0	0
LINE 2	51	F_PWM_H	PP	ON=>	1	Freq 5000	Target 37.0	+/- 12.5	0
LINE 3	100	F_PT	OD	ON=>	0	Time 7	Target 5.0	+/- 1.0	0
LINE 4	0	PT1000		ON=>	0	0	0	0	0
Temperature HTS221		27.31		T_HT221 tuning		0.0		LED time	
Humidity HTS221		37.31		H_HT221 tuning		0.0		0.5	
Temperature PT1000		-0.31		T_PT1000 tuning		0.0			

Версия сервисной программы 3.08.

Тип модуля THC1-2.1.

Версия прошивки модуля 3.08.

Family code 0x28.

ID модуля на 1-wire 0x28 0x5F 0x53 0x20 0x15 0x01 0x09 0x98. Последний байт это CRC8.

L1 в режиме 1-wire, остальные параметры линии не используются.

L2 в режиме быстрого(аппаратного) ШИМ с функцией от датчика влажности, в данный момент скважность 51%, режим выхода "PP"(уровни 0 и +3.0В), активный уровень "1"(100% будет потенциал +3.0В, 0% потенциал 0В), частота ШИМ 5 кГц, среднее значение диапазона выбрано 37%, с коридором +/- 12.5% (если обратить внимание на текущее показание влажности 37.31%, то видно, что оно чуть больше цели, цель это середина выбранного диапазона, при этом ШИМ немногим больше 50% -> 51%. При уменьшении влажности, ШИМ будет пропорционально уменьшаться до нижней границы коридора 37% -12.5% и далее вырождается в потенциал 0В. И т.д).

L3 в режиме дискретного выхода с функцией от температуры внешнего PT1000, выход сейчас 100% активности, т.е. включен, тип выхода «открытый сток», активный уровень выбран "0", значит сейчас на выходе потенциал 0В, установлено минимальное время изменения состояния 7 секунд, цель установлена +5 градусов, с коридором +/- 1 градус, т.е. при росте температуры переход в пассивное состояние будет после достижения +6 градусов, при падении температуры выход станет активным при +4 градуса. (если обратить внимание на показание текущее PT1000, то видно, что оно -0.31 градуса, это заметно меньше цели +5 градусов, при этом выход активен – показание активности 100%).

L4 в режиме аналогового входа с подключением внешнего датчика температуры PT1000, остальные параметры линии не используются.

Ниже мы видим текущие значения первичных датчиков.

Коррекция всех трех выключена, мы видим значения с учетом заводской калибровки.

Светодиод на модуле активен, с минимальным дискретом состояния 0.5 секунды.

Работа с 1-wire

Как уже отмечалось, модуль может быть настроен для работы с 1-wire. Более того заводская настройка предусматривает L1 в режим 1-wire. Модуль «из коробки» готов к работе в качестве датчика на линии 1-wire. L4 предустановлена в режим PT1000. Модуль работает как slave узел. Подтяжка линии обязательно должна присутствовать со стороны мастера. Рабочий диапазон напряжений линии совпадает с диапазоном питания модуля: +3.3В...+5.0В. Модуль поддерживает следующий набор команд:

0xCC	"Skip ROM"
0x33	"Read ROM"
0xF0	"Search ROM"
0x55	"Match ROM"
0x44	"Conversion"
0xBE	"Read Scratchpad"
0x4B	"Write Scratchpad"
0x48	"Copy Scratchpad"
0xB8	"Recall EE to Scratchpad"

Нет смысла описывать сам интерфейс 1-wire, подробной информации о нем достаточно. Описаны будут только важные моменты, касающиеся использования именно этого модуля. Регистровый файл для чтения мастером состоит из 9 байт, так же как у DS18B20.

Первые 8 байт это 4-ре 16-битных числа: температура встроенного датчика(байты 0 и 1),
влажность встроенного датчика(байты 2 и 3),
температура внешнего датчика PT1000(байты 4 и 5),
логическое состояние 4-х линий(байты 6 и 7).

Последний байт это CRC8 к текущим значениям.

Обновление значений от датчиков происходит только после подачи команды 0x44 "Conversion".

Формат температур и влажности – аналогичный DS18B20.

Это знаковое целое 16 бит умноженное на 16. При этом получается разрешающая способность 1/16. Расположение байтов в регистровом файле - в 16-битном слове - младший байт идет первым.

Чтение результатов измерения

- безадресное чтение:

нужно подать команду 0xCC "Skip ROM" и в этом же кадре команду 0x44 "Conversion".
Выдержать паузу не менее 0.1с.
Подать команды 0xCC "Skip ROM" и в этом же кадре 0xBE "Read Scratchpad".
Почитать 9 байт. Если необходимо, проверить совпадение с CRC8 (это последний байт).
В полученных 8 байтах четыре 16 битных слова – температура, влажность, температура от PT1000, логическое состояние линий(младшие 4 бита).

- адресное чтение:

подать команду 0x55 "Match ROM", в теле которой указать ID модуля и в этом же кадре команду 0x44 "Conversion".
Выдержать паузу не менее 0.1с.
Повторно подать команду 0x55 "Match ROM" с ID модуля и в этом же кадре 0xBE "Read Scratchpad". Получить 9 байт и т.д.

Управление работой модуля

Работу модуля определяет множество параметров. Все они хранятся в энергонезависимой памяти EEPROM. Доступ к параметрам осуществляется через сервисную программу и USB, или через 1-wire командами 0xBE "Read Scratchpad", 0x4B "Write Scratchpad", 0x48 "Copy Scratchpad", 0xB8 "Recall EE to Scratchpad".

В большинстве случаев параметры рассматриваются как 16 битные слова. Некоторые параметры байтовые - 8 бит. Но доступ по чтению / записи производится только 16 битными словами.

Это надо учитывать при работе с 8 битными параметрами.

Для записи параметра в EEPROM необходимо:

- подать команду 0x4B "Write Scratchpad" и в этом же кадре еще 3 байта:
младший байт данных, старший байт данных и последним идет байт адреса(номера) параметра. Эти 3 байта попадут в Scratchpad в байты 2, 3, 4(считая с 0).
- т.к. в команде 0x4B "Write Scratchpad" не предусмотрено использование дополнительного байта с CRC8, то правильным будет последующее чтение 0xBE "Read Scratchpad".
Мы получим весь регистровый файл 8 байт + CRC8. Байты 2, 3, 4 -это только что переданные нами байты. Мы можем убедиться в том, что они не исказились.
- если все в порядке, можно подать команду 0x48 "Copy Scratchpad".
После подачи этой команды, параметр будет сохранен в EEPROM.

Для чтения параметра из EEPROM необходимо:

- подать команду 0x4B "Write Scratchpad" и в этом же кадре еще 3 байта:
два любых байта и последним занести байт адреса(номера) интересующего нас параметра:
- подать команду 0xB8 "Recall EE to Scratchpad". После чего в Scratchpad в байты 2, 3 (считая с 0) попадут младший и старший байты указанного ранее параметра.
- подать команду 0xBE "Read Scratchpad" и получить регистровый файл 8 байт + CRC8.
Байты 2, 3(считая с 0), это наш параметр.

Поскольку в перечисленных процедурах мы используем Scratchpad(регистровый файл чтения параметров), в эти последовательности нельзя вклинивать команду 0x44 "Conversion", т.к. она затрет данные для записи/чтения EEPROM результатами измерения датчиков.

Если же такая ситуация все-таки возникнет в процессе записи параметра в EEPROM, то запись не будет выполнена.

Управление линиями как дискретными выходами без дополнительных функций

Необходимо предварительно установить для выбранной линии функцию F_OUT и требуемый тип выхода, руководствуясь предыдущим разделом и таблицей параметров.

Остальные параметры на работу выхода не влияют.

Теперь можно менять состояние выхода:

- подать команду 0x4B "Write Scratchpad" и в этом же кадре еще 3 байта:
младший байт данных =0,
старший байт данных =0 или =1, в зависимости от требуемого состояния,
и последним идет байт адреса, в котором надо указать адрес составного параметра «тип/активный уровень» для выбранной линии(это адреса 2, 8, 14, 20).

При любой другой функции линии кроме F_OUT, такая процедура не приведет ни к чему.

Параметры

Адрес	Параметр
0	Функция линии L1: F_NONE = 0 => функция не задана F_INPUT = 1 => Дискретный вход со встроенной подтяжкой к +3.0В F_LAN = 2 => линия LAN F_PT1000 = 3 => вход PT1000 F_R_ADJ = 4 => вход резистора подстройки F_T = 5 => выход от TEMPERATURE F_H = 6 => выход от HUMIDITY F_PT = 7 => выход от TEMP_PT1000 F_OUT = 8 => выход команда от 1-wire или USB F_T_R = 9 => выход от TEMPERATURE + R-коррекция F_H_R = 10 => выход от HUMIDITY + R-коррекция F_PWM_T = 11 => выход PWM от TEMPERATURE F_PWM_H = 12 => выход PWM от HUMIDITY F_PWM_PT = 13 => выход PWM от TEMP_PT1000 F_PWM_T_R = 14 => выход PWM от TEMPERATURE + R-коррекция F_PWM_H_R = 15 => выход PWM от HUMIDITY + R-коррекция F_LPWM_T = 16 => выход низкочастотного PWM от TEMPERATURE F_LPWM_H = 17 => выход низкочастотного PWM от HUMIDITY F_LPWM_PT = 18 => выход низкочастотного PWM от TEMP_PT1000 F_LPWM_T_R = 19 => выход низкочастотного PWM от TEMPERATURE + R-коррекция F_LPWM_H_R = 20 => выход низкочастотного PWM от HUMIDITY + R-коррекция
1	! Не менять. Резерв либо системные установки
2	Составной параметр: младший байт - Тип выхода: 0 => "PP", 1 => "OD" Старший байт - Активный уровень: 0 или 1
3	Время в секундах или частота в Герцах
4	Верхний порог величины. Формат 16 битное целое умноженное на 16. Пример: +10.5 => 0000 0000 1010 1000; -3.25 => 1111 1111 1100 1100. !Обратите внимание в EEPROM хранятся именно верхний и нижний пороги, в сервисной программе они представлены как цель и дельта к ней.
5	Нижний порог величины. Формат 16 битное целое умноженное на 16. !Обратите внимание в EEPROM хранятся именно верхний и нижний пороги, в сервисной программе они представлены как цель и дельта к ней.
6 - 23	Для линий L2, L3, L4 - подобно линии L1.
24	Составной параметр: младший байт - биты 0...5 время минимального дискрета светодиода, умноженное на 10(градация получается 0.1с); бит 7 =1-> фон включен, =0-> фон выключен. Старший байт FAMILY_CODE.
25-26, 30 +	! Не менять. Резерв либо системные установки
27	подстройка T_HTS221 , знаковое целое *16.
28	подстройка P_HTS221 , знаковое целое *16.
29	подстройка T_PT1000, знаковое целое *16.

Индикация

На модуле установлен RGB светодиод.

Состояние каждой линии отдельно индицируется.

Циклически индицируются 4 последовательные вспышки с паузами между ними, и далее длинная пауза.

Первая вспышка после паузы это индикация для L1, и т.д.

Паузы заполняются неярким светом фона или его отсутствием.

Фон неяркий зеленый - значит, питание подано и модуль работает.

Фон неяркий голубой – подключен USB и модуль определен операционной системой.

Фон отсутствует – выбран режим без фона.

Вспышка яркий красный - параметр выбранный для этой линии меньше задания с учетом вычета дельты(ниже указанного коридора), выход активен.

Вспышка яркий синий - параметр выбранный для этой линии больше задания с учетом добавления дельты(выше указанного коридора), выход пассивен.

Вспышка яркий зеленый - только для режимов дискретного выхода : параметр выбранный для этой линии не выходит за дельту (внутри указанного коридора), состояние выхода зависит от хода гистерезиса.

Для режима ШИМ используется вспышка с плавным перетеканием от красного (100% ШИМ) через фиолетовый к синему (0% ШИМ), в зависимости от пропорции ШИМ в данный момент.

Для режима медленного ШИМ: яркий красный при активном в этот момент выходе, яркий синий при пассивном.

Режимы линий 1-WIRE , PT1000 , F_R_ADJ индицируются отсутствием света во время их фазы индикации.

Изменения и дополнения

v3-08 18-04-2019 Создание документа.

v3-09 27-04-2019 Добавлено нейтральное состояние линии F_NONE.
Добавлена возможность отключать фон при индикации состояний светодиодом.