

## ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

ВСЯ ИНФОРМАЦИЯ В ЭТОМ РУКОВОДСТВЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ И МОЖЕТ БЫТЬ ИЗМЕНЕНА.

# FanMagic – *Fault Tolerant Intelligent Fan Controller and WatchDog Timer*

Версия 2.0 (Июль 2006)  
1999 ОП "Индустриальный Компьютер"®

## Введение

Этот продукт следует подсоединять и настраивать только специализированному персоналу и только после изучения данного руководства!

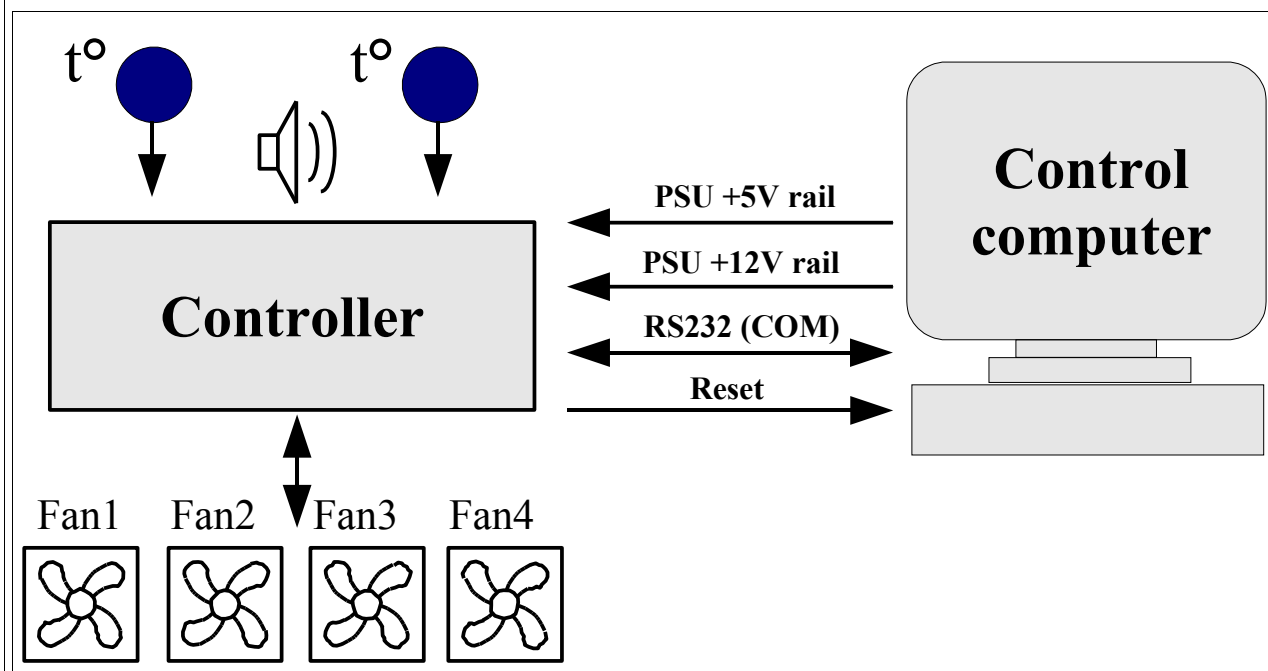
Это руководство соответствует реализации программы версии 2.0. Номер версии реализации программы указан на стикере, который прикреплен к микроконтроллеру, находящемуся на плате устройства. Этот номер также может быть получен по последовательному каналу в ответ на соответствующую поданную команду.

Все зарегистрированные торговые марки являются собственностью соответствующих владельцев.

## Описание

**FanMagic** (далее - контроллер) это программно-аппаратное устройство, которое реализует автоматическое управление скоростью вращения

вентиляторов в зависимости от температуры и позволяет осуществить связь с компьютером по последовательной линии через COM-порт. После установки требуемых параметров управления по последовательной линии, контроллер работает независимо от программного обеспечения компьютера. Еще, по последовательной линии происходит мониторинг. Т.е. в случае нарушения работы программного обеспечения компьютера управление охлаждением не прерывается. Контроллер также включает WatchDog таймер для слежения за работой компьютера. Контроллер использует предварительно заполненную таблицу по которой осуществляет плавное управление. Плавным управлением варьируется напряжение приложенное к вентиляторам для изменения скорости их вращения. Скорость вращения вентиляторов изменяется согласно табличному значению, в зависимости от измеренного значения температуры воздушного потока. Уменьшение скорости вращения вентиляторов при снижении температуры уменьшает акустический шум, продлевает срок службы вентиляторов и уменьшает потребление энергии. Контроллер осуществляет раннюю диагностику



неисправностей вентиляторов и повышает надежность работы электронного оборудования за счет полного мониторинга системы охлаждения и сигнализации ее неудовлетворительной работы. Использование контроллера в системе избыточного охлаждения позволяет создать отказоустойчивое оборудование длительного срока эксплуатации.

Имеется две модификации контроллера FanMagic:  
1) FanMagic – без последовательной линии связи и WatchDog таймера.  
2) FanMagicX с последовательной линией связи и WatchDog таймером.

Возможности контроллера FanMagic включают:

Контроллер-регулятор частоты вращения 4-х вентиляторов постоянного тока 12В. Контроль и плавное управление в функции температуры по алгоритму использующему таблицы с переменными параметрами. Автономный мониторинг системы охлаждения с выводом результатов в последовательную линию.

- ◆ 3 канала измерения напряжения (шины +5В, +12В и вариабельного напряжения на вентиляторах)
- ◆ 2 канала измерения температуры (используются вынесенные термисторы)
- ◆ Звуковая и световая сигнализация (зуммер и “красный/аварийный” светодиод)
- ◆ EEPROM для хранения данных, таблиц и кодов конфигурации

Возможности контроллера FanMagicX включают (дополнительно к вышеперечисленному):

- ◆ Фиксированные параметры последовательной связи 9600, 8 бит, без контроля четности, 1 стоп-бит.
- ◆ RTS/CTS аппаратное управление потоком последовательной связи.
- ◆ Управляемый счетчик, который действует как WatchDog(сторожевой) таймер для подсоединенного компьютера.

## Управление вентиляторами

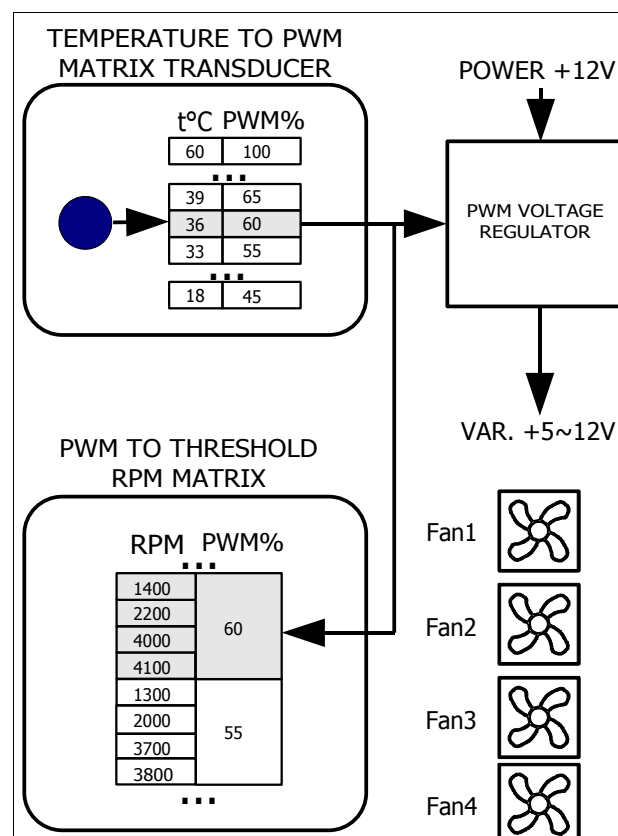
Работа контроллера по управлению вентиляторами состоит в постоянном (3 раза в секунду) измерении и анализе температуры воздушного потока и частот вращения присоединенных вентиляторов, а также в выработке напряжения, питающего вентиляторы, согласно предварительно составленной таблице. Обычный 12-ти вольтовый вентилятор способен эффективно работать при подаче напряжения от 7 до

12 Вольт. Минимальное напряжение при котором вентилятор способен работать, как правило от 5 до 7В, но может быть и ниже, если требуется сохранить вращение уже стартовавшего вентилятора. Контроллер варьирует этим напряжением при помощи понижающего конвертера с широтно-импульсной модуляцией (PWM) для плавного управления. К контроллеру можно произвольно подключать до 4-х вентиляторов постоянного тока номинального напряжения 12В с тремя проводами (третий провод – сигнал генератора импульсов вращения). Количество присоединенных вентиляторов и их параметры контроллер может определить самостоятельно специальной вызываемой процедурой. Диапазон измеряемой температуры от 18 до 60°C разбит на интервалы по 3°C. Каждому интервалу температуры дано в соответствие значение PWM. Значение PWM для интервала температур можно изменять, тем самым формируя регулировочную характеристику по потребностям. Содержание этой таблицы, прописанное изготовителем и действующее по умолчанию приведено ниже:

Table 1

Т°С	<18	<21	<24	<27	<30	<33	<36	<39	<42	<45	<48	<51	<54	<57	<60
PWM%	45	45	45	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100

Из приведенного ниже рисунка поясняющего управление вентиляторами видно как измеренное значение температуры (36°C) адресует строку таблицы с величиной PWM равным 60%.



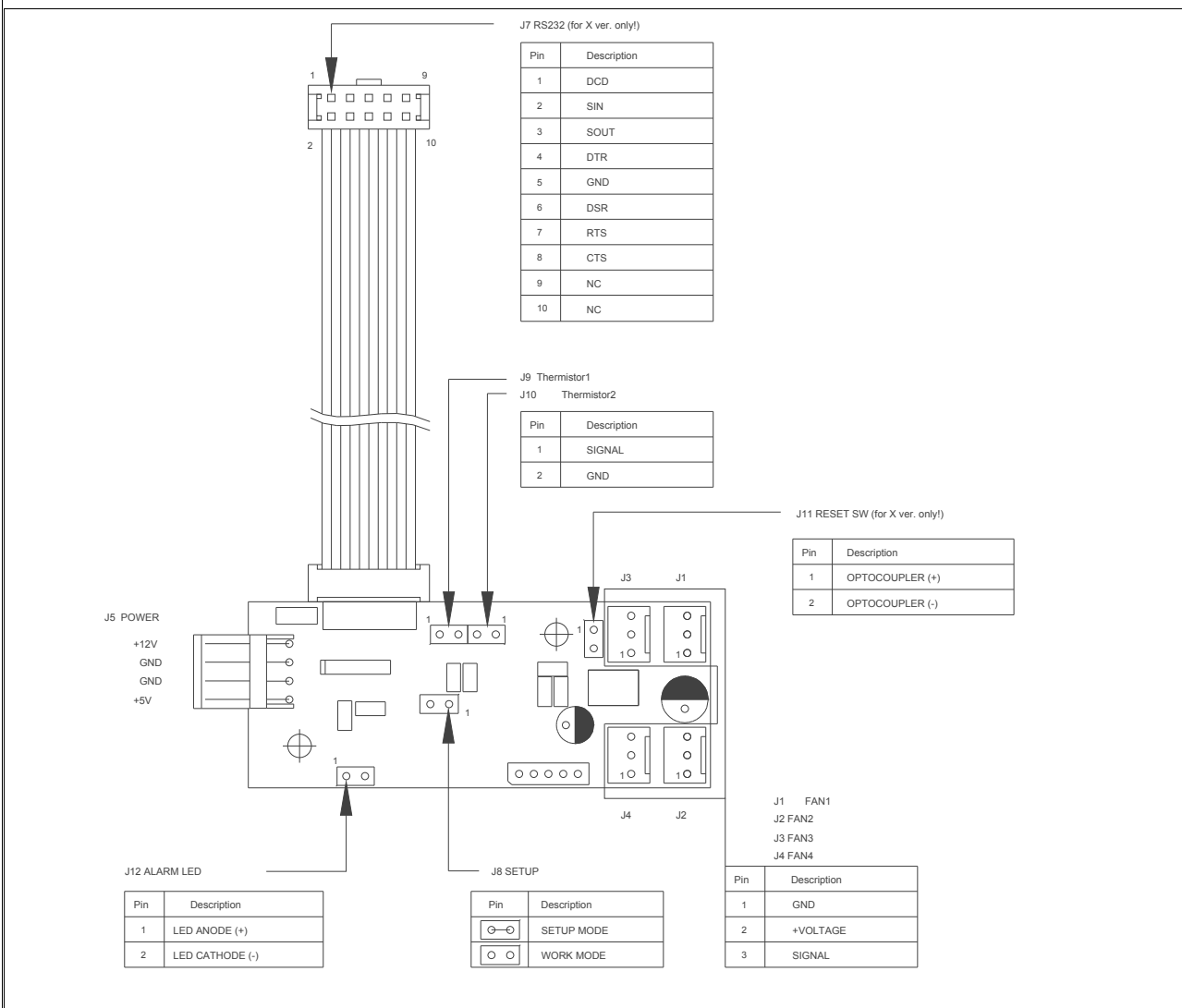
Величина PWM задает уровень напряжения питания вентиляторов и в конечном итоге частоту их вращения. Измеренные значения частот вращения вентиляторов сравниваются с табличными (для каждого вентилятора отдельно). Нормально работающие вентиляторы должны иметь частоты вращения не ниже табличных. В приведенном примере измеренное значение температуры (36°C) и величина PWM 60% определяют предельные значения частот вращения равные 1400, 2200, 4000 и 4100 для соответственно 1-го, 2-го, 3-го и 4-го вентиляторов. В случае, если хотя бы один из вентиляторов будет иметь частоту вращения ниже заданной, то контроллер определяет это, как аварийную ситуацию, вырабатывает звуковой и световой сигнал и задает значение PWM 100%. Таким образом осуществляется ранняя диагностика состояния работы вентиляторов, когда способность к вращению (и охлаждению) вентилятора еще не утрачена, а сигнализация об неудовлетворительной работе уже имеется. При избыточном количестве и производительности подключенных вентиляторов, ранняя диагностика позволяет существенно повысить

надежность работы всей системы охлаждения, а снижение оборотов вентиляторов на низких температурах – продлить срок службы и снизить производимый шум самого ненадежного и самого шумного элемента современной электроники – вентилятора. Обе таблицы находятся в энергонезависимой памяти и имеется несколько способов их корректировки при потребности. Можно индивидуально настраивать контроллер (таблицы) как на зависимость PWM от температуры формируя собственную характеристику управления, так и на реакцию присоединенных вентиляторов в конкретных условиях применения.

## Подключение

Схема подключения (см. ниже) показывает распиновку и структуру коннекторов контроллера. **ЗАМЕЧАНИЕ!** Контроллер питается от шины +5V. Преобразователь питания вентиляторов питается от шины +12V.

J1, J2, J3 и J4 – коннекторы, к которым подключаются



3-х пиновые вентиляторы (третий вывод – сигнал тахо-генератора) постоянного тока 12В..

J5 – (4-х пиновый коннектор с поляризатором) должен быть подключен к блоку питания компьютера.

J7 – это 10-ти пиновая колодка с поляризатором для подключения по последовательной линии (RS-232) к COM-порту компьютера. Контроллер использует RTS/CTS аппаратное управление потоком последовательной линии. Однако, сигнал линии RTS, контроллер игнорирует, считая, что компьютер всегда готов принять данные. Поэтому реально для связи с компьютером требуется четырехпроводная линия связи - SG(сигнальная “земля”), SIN(RD)(последовательный ввод/прием данных), SOUT(TR)(последовательный вывод/передача данных), CTS(разрешение контроллером передать данные компьютеру или готовность принять от компьютера). **ЗАМЕЧАНИЕ!** J7 присутствует только на версии контроллера FanMagicX.

J8 – зарезервирован для следующих версий и для версии 2.0 используется для установки значений EEPROM по умолчанию (режим setup).

J9 и J10 – коннекторы подключения к выносным (0,4м) датчикам температуры (термисторам).

J11 – следует подключить к “Front Panel” коннектору материнской платы компьютера, к которому обычно подключается кнопка “Сброс”, расположенная на передней панели компьютера. Т.е. контроллер выполняет функции этой кнопки с той лишь разницей, что при подключении требуется соблюсти полярность. Контроллер может быть подключен вместо или параллельно кнопке “Сброс”. **ЗАМЕЧАНИЕ!** J11 присутствует только на версии контроллера FanMagicX.

J12 – следует подключить к “Alarm LED”.

## Линия последовательной связи (только для FanMagicX)

Контроллер, подключенный к компьютеру линией последовательной связи, действует как терминальное устройство, обмениваясь информацией по линии с фиксированными параметрами: 9600бит/с, 8-бит, без контроля четности, 1 стоп-бит. Инициатором обмена как правило выступает компьютер. На большинство посланных с компьютера команд контроллер отвечает блоком данных. Контроллер реализует подобие ANSI/VT100 терминала подмножеством команд/escape-последовательностей с расширением для работы с WatchDog таймером, каналами

измерения температуры и напряжения и др. Символы принятые по последовательной линии попадают во входной буфер объемом 23 байта. Строка с 24 и более байтами будет обрезана. Контроллер начинает синтаксический разбор входной строки после получения символа возврата каретки CR(0x0d), перевода строки LF(0x0a) или приема полного числа символов (23)(заполнения входного буфера). Параметры, такие как позиции курсора, передаются символами ASCII, т.е. 12 представляет символ “1” и символ “2”, а не один байт со значением 12. Символы чувствительны к регистру, поэтому Esc[@W и Esc[@w – это разные команды. Существует два набора команд “Терминал” и “Монитор”. После подачи питания контроллер стартует с набором команд “Монитор” и может быть переключен в набор команд “Терминал” и обратно в набор команд “Монитор” по линии последовательной связи. Команды и примеры программ использующие обмен по последовательной линии связи описаны далее в отдельных разделах.

## Принцип работы

Контроллер начинает работу после подачи напряжения по шине +5В. Имеется два режима работы: основной режим “Монитор” и вспомогательный режим “Настройка”. Контроллер обеспечивает слежение и управление скоростью вентиляторов только в режиме “Монитор”. Контроллер переключается в режим “Монитор” если при подаче напряжения на шину +5В состояние джампера J8 разомкнуто. Иначе, если J8 замкнут, то при подаче напряжения на шину +5В контроллер переключится в режим “Настройка”. В режиме “Настройка” контроллер выполняет *процедуру тестирования вентиляторов*. Эта процедура также может быть вызвана если контроллер находится в режиме “Монитор”. Процедура может быть вызвана подачей соответствующей команды от компьютера по последовательной линии (только для FanMagicX). В режиме “Монитор” контроллер обеспечивает слежение и управление скоростью вентиляторов независимо от наличия связи по последовательной линии. Если имеется соединение по последовательной линии, то входной поток (от компьютера) принимаемый по последовательной линии синтаксически анализируется, декодируется и выполняется (если это последовательность команд). Если включен набр команд “Монитор”, то контроллер формирует эхо для полученных байт данных по последовательной линии. Таким образом, если простой TTY-терминал через COM-порт компьютера подключить к контроллеру FanMagicX, то можно реализовать диалог с программой контроллера FanMagicX controller для того, чтобы следить за напряжением, скоростью вращения вентиляторов, проводить тестирование вентиляторов и т.д. Для этого не нужно устанавливать никакого

программного обеспечения на компьютер т.к. Простой ТТУ-терминал обычно предустановлен наряду с другими утилитами для известных операционных систем. В режиме “Монитор” контроллер выполняет программу мониторинга температуры и напряжений, измеряет скорость вращения и плавно управляет вентиляторами в зависимости от измеренной температуры на базе алгоритма использующего таблицу с изменяемыми параметрами. Действуя таким образом как независимый контроллер системы охлаждения.

## Процедура тестирования присоединенных вентиляторов

В начале работы *процедуры тестирования вентиляторов* контроллер распознает присоединенные вентиляторы и издает короткие звуковые сигналы. Количество сигналов соответствует количеству обнаруженных вентиляторов. Затем контроллер варьирует значением PWM от 100% до 40% с шагом 5% и варьирует тестовым напряжением от максимального до минимального значения каждые 3 секунды. Процедура стартует со значением PWM 100%. Затем все 12 значений PWM от 95% до 40%. Результатом работы процедуры является обновленная таблица граничных частот вращения для реально подключенных к контроллеру вентиляторов. Процедура длится около 1 минуты. В течении всего этого времени контроллер следит за питающими напряжениями и поведением вентиляторов. Контроллер определяет количество подключенных вентиляторов и их номинальные частоты вращения для всех значений PWM и соответствующих напряжений питающих вентиляторы. Если во время проведения тестирования произойдет аварийная (ошибочная) ситуация, или будет обнаружено некорректное поведение вентиляторов, то в таблицу граничных частот вращения будут записаны значения действующие по умолчанию (прописанные изготовителем при производстве). Содержимое таблицы значений граничных частот вращения вентиляторов действующих по умолчанию приведено ниже:

## WatchDog таймер (только для FanMagicX)

WatchDog таймер предназначен для борьбы с остановкой “зависшего” компьютера. Как правило компьютер почти никогда не “зависает”. Но если он “завис” и “остановился”, то обычно на месте или никого нет, чтобы нажать кнопку “сброс”, или никто не знает где именно находится “зависший” компьютер, поскольку обычно с ним нет проблемы. Именно для этих целей и служит WatchDog таймер – автоматически перезапустить “зависший” компьютер. Для того, чтобы перезапустить компьютер WatchDog таймер замыкает между собой контакты 1 и 2 коннектора J11. При включении контроллера WatchDog таймер выключен. Для того чтобы его включить, требуется по последовательной линии послать команду “Esc[WW” с требуемым значением счетчика таймаута W – от 0 до 255 - число тиков (каждый тик равен 0,3 сек). Программа-драйвер должна периодически устанавливать таймаут для избежания “гонга” и последующего замыкания контактов “сброса”. Подробнее работа с WatchDog таймером описана в следующих разделах.

## Режим «Настройка»

Контроллер переключается в режим “Настройка” если при подаче напряжения на шину +5В состояние джампера J8 замкнуто. В начале работы режима “Настройка” контроллер выполняет *процедуру тестирования вентиляторов*. Затем контроллер издает гудки для индикации значения температуры. Длинные гудки означают десятки, а короткие единицы двузначного значения температуры в градусах Цельсия. На пример, значение температуры 25°C вызовет два длинных гудка и пять коротких. **Замечание!** Джампер J8 должен быть замкнут в течении всего времени работы в режиме “Настройка”. Если состояние джампера J8 изменилось из состояния замкнуто в состояние разомкнуто во время *процедуры тестирования вентиляторов*, то контроллер не издает гудки для индикации температуры. В этом случае контроллер издает бесконечный гудок, который означает, что таблица

Table 2

PWM% \ RPM	100	95	90	85	80	75	70	65	60	55	50	45	40
Fan1	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700
Fan2	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700
Fan3	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700
Fan4	1900	1800	1700	1600	1500	1400	1300	1200	1100	1000	900	800	700

значений PWM для интервалов температур и таблица значений граничных частот вращения вентиляторов прописаны значениями действующими по умолчанию для четырех вентиляторов (таблицы 1 и 2).

## Набор команд “Терминал” принимаемых контроллером по последовательной линии

**Замечание!** Символы в командах чувствительны к регистру и состоят из ASCII кодов. Многие команды требуют числовых или символьных аргументов. В данном документе эти аргументы обозначаются подчеркиванием. Так, выражение "Esc[F $\underline{F}$ @ $\underline{P}$ = $\underline{R}$ ]" означает, что  $\underline{F}$ ,  $\underline{P}$  и  $\underline{R}$  нужно заменить десятичными числами (например, "Esc[F1@40=1000]").

### Получить Номер Версии Реализации Программы – Esc [ c

Строка "V2.0" - номер версии реализации программы посылается контроллером в ответ на команду "Esc[c".

### Установить Граничное Значение Частоты Вращения (RPM) для Выбранного Вентилятора и Значения PWM – Esc [ F $\underline{F}$ @ $\underline{P}$ = $\underline{R}$

Новое граничное значение частоты вращения  $\underline{R}$  (в оборотах в минуту – 0~25000) для вентилятора  $\underline{F}$  (допустимые значения от 1 до 4) записывается в таблицу EEPROM для выбранного значения широтно-импульсной модуляции  $\underline{P}$  (допустимые значения от 40% до 100%). Контроллер проверяет параметры команды на допустимые значения. В случае несоответствия – команда игнорируется. Контроллер также, в случае необходимости, округляет  $\underline{R}$  до ближайшего меньшего круглого значения с шагом 100об/мин., а  $\underline{P}$  с шагом 5%. Например, посылка команды "Esc[F1@42=1055" установит новое граничное значение 1000об./мин. (округление числа 1055 до 1000) частоты вращения вентилятора 1 для значения широтно-импульсной модуляции 40% (округление числа 42 до 40).

### Получить Граничное Значение Частоты Вращения (RPM) для Выбранного Вентилятора и Значения PWM – Esc [ f $\underline{F}$ @ $\underline{P}$

Граничное значение частоты вращения (в оборотах в минуту) для вентилятора  $\underline{F}$  (допустимые значения от 1 до 4) считывается из таблицы EEPROM для выбранного значения широтно-импульсной

модуляции  $\underline{P}$  (допустимые значения от 40% до 100%). Контроллер проверяет параметры команды на допустимые значения. В случае несоответствия – команда игнорируется. Контроллер также, в случае необходимости, округляет  $\underline{P}$  до ближайшего меньшего круглого значения с шагом 5%. Например, в ответ на команду "Esc[f2@99" контроллер передаст в последовательную линию граничное табличное значение частоты вращения вентилятора 2 для значения широтно-импульсной модуляции 95% (округление числа 99 до 95).

### Переключить Контроллер в набор команд “Монитор” – Esc [ m

После получения этой команды, контроллер переходит в режим поддержки набора команд “монитор” и посылает в последовательную линию соответствующее сообщение и приглашение к диалогу - "\n\rMonitor mode\n\r>". Символы \n и \r соответственно символы возврата каретки и перевода строки.

### Установить Значение PWM для Выбранного Интервала Температуры – Esc [ P $\underline{P}$ @ $\underline{T}$

Новое значение PWM равно  $\underline{P}$  (допустимые значения широтно-импульсной модуляции  $\underline{P}$  от 40% до 100%) для интервала температуры  $\underline{T}$  (допустимые значения от 18 до 60 градусев Цельсия) записывается в таблицу EEPROM. Контроллер проверяет параметры команды на допустимые значения. В случае несоответствия – команда игнорируется. Контроллер также, в случае необходимости, округляет  $\underline{P}$  до ближайшего меньшего круглого значения с шагом 5%, а  $\underline{T}$  с шагом 3°C. Например, посылка команды "Esc[P63@38" установит новое значение PWM равно 60% (округление числа 63 до 60) для интервала температуры 36 (округление числа 38 до 36, для ряда температур начиная с 18 до 60 с шагом 3).

### Получить Значение PWM для Выбранного Интервала Температуры – Esc [ p @ $\underline{T}$

Значение PWM считывается из таблицы EEPROM для выбранного значения интервала температуры  $\underline{T}$  (допустимые значения от 18 до 60 градусев Цельсия). Контроллер проверяет параметры команды на допустимые значения интервала температуры (от 18 до 60). В случае несоответствия – команда игнорируется. Контроллер также, в случае необходимости, округляет  $\underline{T}$  до ближайшего меньшего значения с шагом 3°C для ряда температур начиная с 18 до 60. Например, в ответ на команду "Esc[p@20" контроллер передаст в последовательную линию табличное значение PWM для интервала температуры 18°C (округление числа 20 до 18 для ряда температур начиная с 18 до 60 с шагом 3).

### Получить Текущее Значение Частоты Вращения Вентилятора – Esc [ r F

Текущее значение частоты вращения (обороты в минуту), измеренное контроллером для выбранного вентилятора F (0 или 1) посылается в последовательную линию в ответ на принятую команду.

### Получить Текущее Значение Температуры – Esc [ t C

Текущее значение температуры, измеренное контроллером для выбранного канала C (0 или 1) посылается в последовательную линию в ответ на принятую команду.

### Получить Текущее Значение Напряжения – Esc [ v C

Текущее значение напряжения (в милливольт), измеренное контроллером для выбранного канала C (0 – соответственно +5V, 1 - соответственно +12V и 2 – напряжение на вентиляторах) посылается в последовательную линию в ответ на принятую команду.

### Получить Текущее Значение Счетчика Таймаута – Esc [ w

Текущее значение счетчика таймаута WatchDog таймера (в тиках, каждый тик равен 0,3 сек) посылается в последовательную линию в ответ на принятую команду.

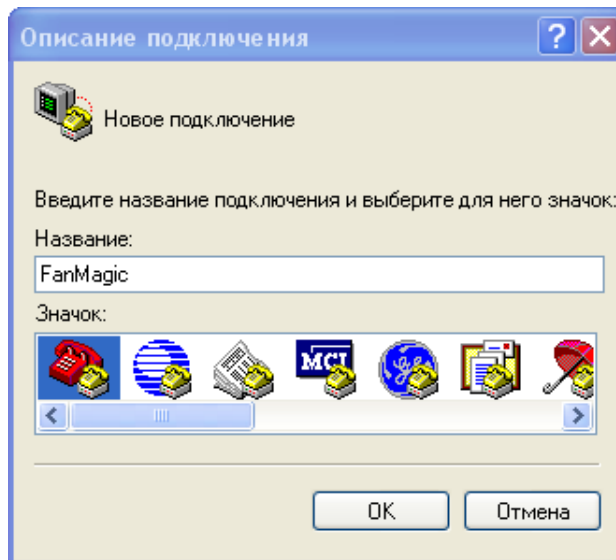
### Установить Значение Счетчика Таймаута – Esc [ W W

В счетчик таймаута WatchDog таймера (в тиках, каждый тик равен 0,3 сек) записывается новое значение W – число секунд от 0 до 255. Например посылка команды "Esc[W100" установит таймаут 30сек.

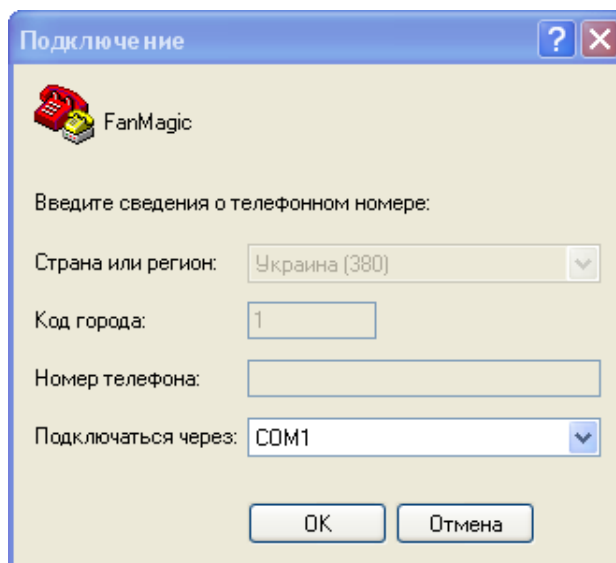
## Использование Контроллера в Режиме Поддержки Набора Команд “Монитор” в Среде MS Windows (на примере Windows XP)

Предположим компьютер имеет свободный порт COM1, который мы задействуем для соединения с контроллером линией последовательной связи с параметрами: 9600бит/с, 8-бит, без контроля

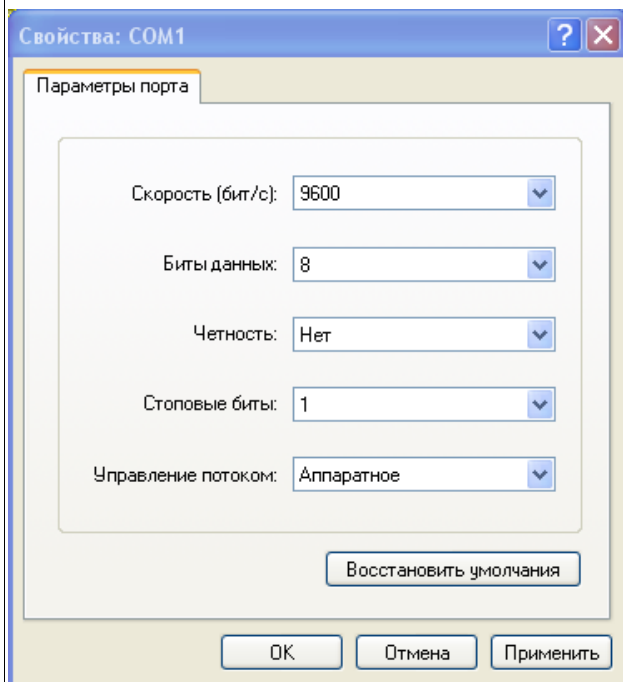
четности, 1 стоп-бит. Диалог на компьютере будем вести с помощью входящей в комплект ОС MS Windows программы *Hyper Terminal*. Для этого открываем папку *Hyper Terminal* (нажатием диалоговой кнопки “Пуск” с последующим движением по меню <Программы> <Стандартные> <Связь>). И запускаем программу *Hypertrm.exe*. На экране появляется диалоговое окно, в котором в названии подключения введем **FanMagic** (название выбирается произвольно):



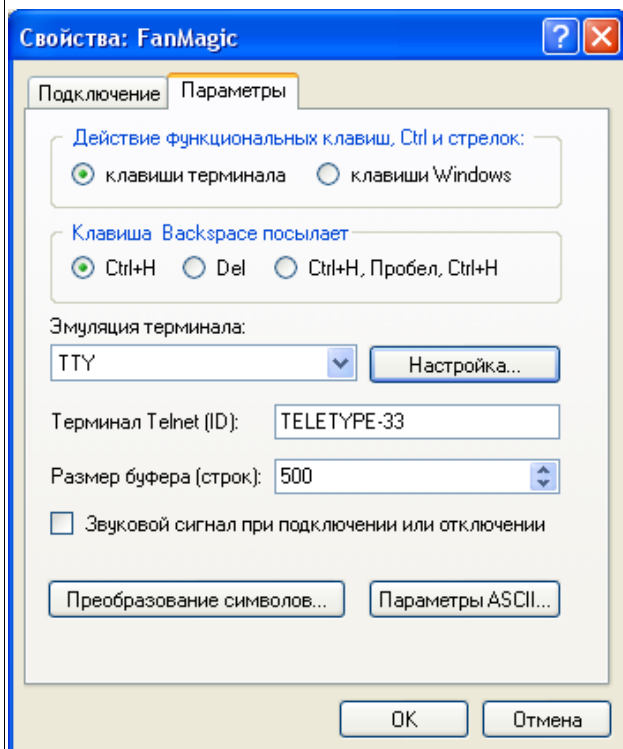
Затем выберем прямое подключение через последовательный порт COM1 в диалоговом окне **Подключение**:



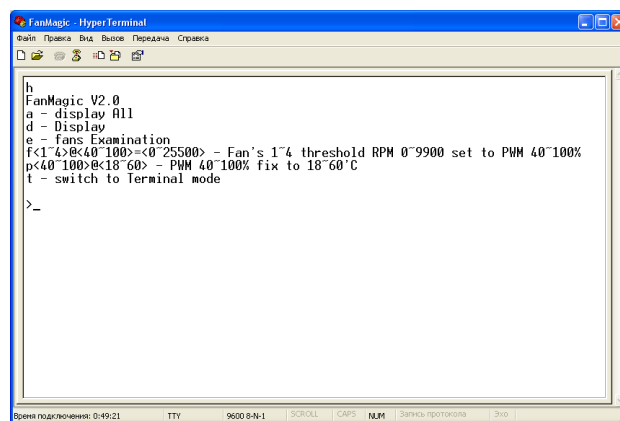
И назначим свойства COM1:



Теперь требуется настроить терминал. Нажатием кнопки **Файл** на главном меню окна программы **Hyper Terminal** вызываем выпадающее меню в котором выбираем пункт **Свойства**. В появившемся диалоговом окне **Свойства: FanMagic** выбираем закладку **Параметры** и устанавливаем следующие свойства:

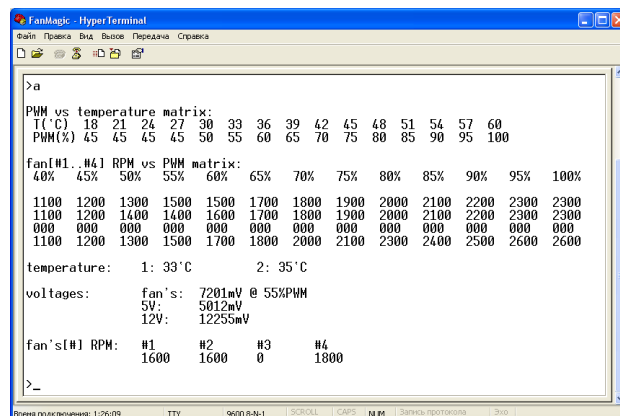


После настройки порта и инициализации терминала все готово для диалога с контроллером. Теперь все набранные на клавиатуре (терминала) команды будут подаваться непосредственно на контроллер FanMagic через последовательный порт, а весь поток данных от контроллера будет отображаться в окне терминала. В чистом окне терминала введем первую команду **h** (**Help**) - нажимаем на клавиатуре клавиши **h** и **Enter** (ввод). В ответ – контроллер выводит сведения о версии программного обеспечения и перечень команд в режиме “монитор”. Если Вы видите этот перечень, то все настройки выполнены правильно и можно перейти к изучению команд:



*-Команда a (display all / отобразить всю информацию)*

Нажимаем на клавиатуре клавиши **a** и **Enter** (ввод). В ответ – контроллер выводит содержимое таблицы значений PWM для всех интервалов температур, содержимое таблицы значений граничных частот вращения вентиляторов, текущие значения температуры, напряжений и частот вращения вентиляторов на момент подачи команды:



-Команда *d* (*display* / *отобразить информацию*)

Нажимаем на клавиатуре клавиши *d* и *Enter* (ввод). В ответ – контроллер выводит текущие значения температуры, напряжений и частот вращения вентиляторов на момент подачи команды :

```

1100 1200 1400 1400 1600 1700 1800 1900 2000 2100 2200 2300 2300
000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
1100 1200 1300 1500 1700 1800 2000 2100 2300 2400 2500 2600 2600

temperature: 1: 33°C 2: 35°C

voltages: fan's: 7201mV @ 55%PWM
          5V: 5612mV
          12V: 12235mV

fan's[#] RPM: #1 #2 #3 #4
              1600 1600 0 1800

>d
temperature: 1: 33°C 2: 36°C

voltages: fan's: 7144mV @ 60%PWM
          5V: 5005mV
          12V: 12175mV

fan's[#] RPM: #1 #2 #3 #4
              1700 1700 0 1800

>_

```

-Команда *e* (*fans examination* / *тестирование присоединенных вентиляторов*)

Нажимаем на клавиатуре клавиши *e* и *Enter* (ввод). В ответ – контроллер начинает выполнение процедуры тестирования присоединенных вентиляторов, подавая каждые 3 сек. тестовое напряжение, начиная с максимального и заканчивая минимальным уровнем, изменяя при этом значение PWM со 100% до 40% с шагом 5%. В окне программы *Hyper Terminal* последовательно отображаются все 13 шагов процедуры тестирования с указанием измеренных значений частот вращения и напряжений питающих вентиляторы. Результатом работы процедуры является обновленная таблица граничных частот вращения для реально подключенных к контроллеру вентиляторов. Процедура длится около 1 минуты. В течении всего этого времени контроллер следит за питающими напряжениями и поведением вентиляторов. Контроллер определяет количество подключенных вентиляторов и их номинальные частоты вращения для всех значений PWM и соответствующих напряжений питающих вентиляторы. Если во время проведения тестирования произойдет аварийная (ошибочная) ситуация, или будет обнаружено некорректное поведение вентиляторов, то в таблицу граничных частот вращения будут записаны значения действующие по умолчанию (прописанные изготовителем при производстве). Скриншот закончившейся процедуры

приведен ниже:

```

1700 1700 0 1800

>e
Fan examination:
PWM fan voltage #1 #2 #3 #4
% mV
100 11818 2500 2500 000 2900
95 11856 2400 2500 000 2900
90 11400 2500 2400 000 2800
85 10735 2400 2300 000 2600
80 10222 2200 2200 000 2500
75 9690 2100 2200 000 2400
70 8987 2000 2000 000 2300
65 8493 1900 1900 000 2100
60 7866 1700 1800 000 1900
55 7201 1700 1700 000 1800
50 6631 1500 1500 000 1600
45 6004 1400 1400 000 1500
40 5377 1300 1300 000 1400

threshold: 200 200 000 300

Matrix have updated in EEPROM

>_

```

Из приведенного примера видно, что к контроллеру подключены три вентилятора с номинальными частотами вращения 2500, 2500 и 2900 об/мин. (для PWM 100%). При значении PWM 40% напряжение питающее вентиляторы снижается до 5,377В. Частоты вращения вентиляторов при этом снижаются до 1300, 1300 и 1400 об/мин. соответственно. Контроллер вычислил и записал в EEPROM граничные частоты вращения исходя из того, что для первых двух вентиляторов граничные значения ниже номинальных на 200, а для третьего на 300 об/мин. Эти величины 200 и 300 об/мин. контроллер рассчитывает сам, по собственному алгоритму.

-Команда *f* (*Fan's threshold RPM set to PWM* / *назначить значение граничной частоты вращения вентилятора для выбранного значения PWM*)

В приведенном скриншоте работы процедуры тестирования присоединенных вентиляторов для вентилятора под номером 4, для значения PWM 40% указано значение частоты вращения 1400 об/мин. В таблице EEPROM соответственно записано граничное значение частоты вращения 1400-300=1100 об/мин. В этом можно убедиться с помощью команды *a* (в Вашем случае значения будут зависеть от свойств присоединенных вентиляторов). Для того, чтобы изменить это граничное значение на 1000 об/мин. вводится команда:

*f4@40=1000* и *Enter* (ввод).

Аналогично, для вентилятора под номером 1, для значения PWM 60% можно изменить граничное значение частоты вращения на 1600 об/мин. вводится команда:

*f1@60=1600* и *Enter* (ввод).

Правильность назначения граничных частот вращения удобно контролировать, периодически выполняя команду *a*.

-Команда *p* (*PWM fix to temperature / назначить значение PWM для выбранного интервала температур*)

В нашем примере скриншот для команды **a** отображает действующую по умолчанию таблицу значений PWM для интервала температур, со значением PWM для интервала от 18 до 21°C равным 45%. Для того, чтобы изменить регулировочную характеристику до значения PWM 40%, и понизить частоты вращения для интервала температур от 18 до 21°C требуется ввести команду:

**p40@18** и **Enter** (ввод).

Аналогично, для того, чтобы изменить регулировочную характеристику до значения PWM 45%, и понизить частоты вращения для интервала температур от 30 до 33°C требуется ввести команду:

**p45@30** и **Enter** (ввод).

Правильность назначения значений PWM для интервалов температур удобно контролировать периодически выполняя команду **a**.

-Команда *t* (*switch to terminal set of commands / переключить контроллер в режим поддержки набора команд "терминал"*)

Служит для переключения контроллера в режим поддержки набора команд "терминал" программой запускаемой на компьютере. Можно переключить контроллер и "вручную" с тем, чтобы продолжить диалог с помощью программы *Hyper Terminal*, но этот будет диалог очень недружественным и скорее имеет смысл только для целей изучения набора команд контроллера "терминал". Назначение набора команд "терминал" - работа со специализированным программным обеспечением написанным специально для контроллера **FanMagic**.

## Использование Контроллера в Режиме Поддержки Набора Команд "Монитор" в Среде Linux

Для демонстрации функциональных возможностей контроллера в ОС Linux, можно воспользоваться терминальной программой **minicom**. **Minicom** - это программа с дружественным интерфейсом, которая позволяет читать данные из последовательного порта и писать в этот порт (COM-порт, в терминологии Windows). Эта программа входит в состав

практически любого дистрибутива. Если соответствующий пакет не установлен в системе по умолчанию, установите его. Для настройки всех необходимых параметров, запустите ее из под пользователя root:

```
minicom -s
```

Перед вами появится конфигурационное меню.



Если надписи в меню оказались не читаемыми необходимо установить английскую локаль, это можно сделать следующей командой:

```
export LANG=en_US
```

Навигация по меню производится с помощью клавиш "Up", "Down" при выборе одного из пунктов меню появляется окно диалога установки параметров, изменение которых выполняется нажатием соответствующей буквы латинского алфавита, указанной возле соответствующего пункта. В окне диалога **Serial port setup** необходимо изменить **Serial Device** на соответствующее устройство к которому подключен контроллер (в обычной конфигурации /dev/ttyS0 или /dev/ttyS1), и в **Bps/Par/Bits** установить скорость передачи данных через последовательный порт (**Speed**) равную 9600, аппаратное управление потоками (**Hardware Flow Control**) установить в **Yes**, после всех приведенных манипуляций окно диалога должно иметь вид как показано на рисунке:

```
A - Serial Device      : /dev/ttyS0
B - Lockfile Location : /var/lock
C - Callin Program    :
D - Callout Program   :
E - Bps/Par/Bits     : 9600 8N1
F - Hardware Flow Control : Yes
G - Software Flow Control : No

Change which setting? █
```

В окне диалога **Modem and dialing**, нужно удалить строчку инициализации (параметр **Init string**) и сброса модема (параметр **Reset string**). После завершения настройки не обходимо перейти в конфигурационное меню и выбрать пункт **Save setup as dfl** - этим мы сохраним все измененные настройки в файле */etc/minirc.dfl*. Чтобы выйти из конфигурационного меню и перейти непосредственно в терминал **minicom**, выберите пункт **Exit**. Теперь все набранные на клавиатуре

(терминала) команды будут подаваться непосредственно на контроллер **FanMagic** через последовательный порт, а весь поток данных от контроллера будет отображаться в окне терминала. В окне терминала введем первую команду **h (Help)** - нажимаем на клавиатуре клавиши **h** и **Enter** (ввод). В ответ – контроллер выводит сведения о версии программного обеспечения и перечень команд в режиме “монитор” (аналогично рассмотренному в предыдущем параграфе случаю работы в среде MS Windows). Также как и в среде MS Windows, можно вести диалог набором поддерживаемых команд **a, d, e, f, p**, которые рассматривались в предыдущем параграфе. Реакция контроллера на введенные команды будет абсолютно аналогичной т.к. диалог ведется программным обеспечением контроллера и не зависит от операционной системы. Для выхода из программы **minicom** нажмите Ctrl+A затем Q. Для работы с контроллером **FanMagic** с помощью программы **minicom** лучше не использовать учетную запись администратора, а завести пользователя у которого были бы привилегии для записи в */dev/ttyS0* и */dev/ttyS1*. Обычно подобное достигается путем добавления нового пользователя в группу *dialout*.