

Контроллер заряда TriStar TS-MPPT

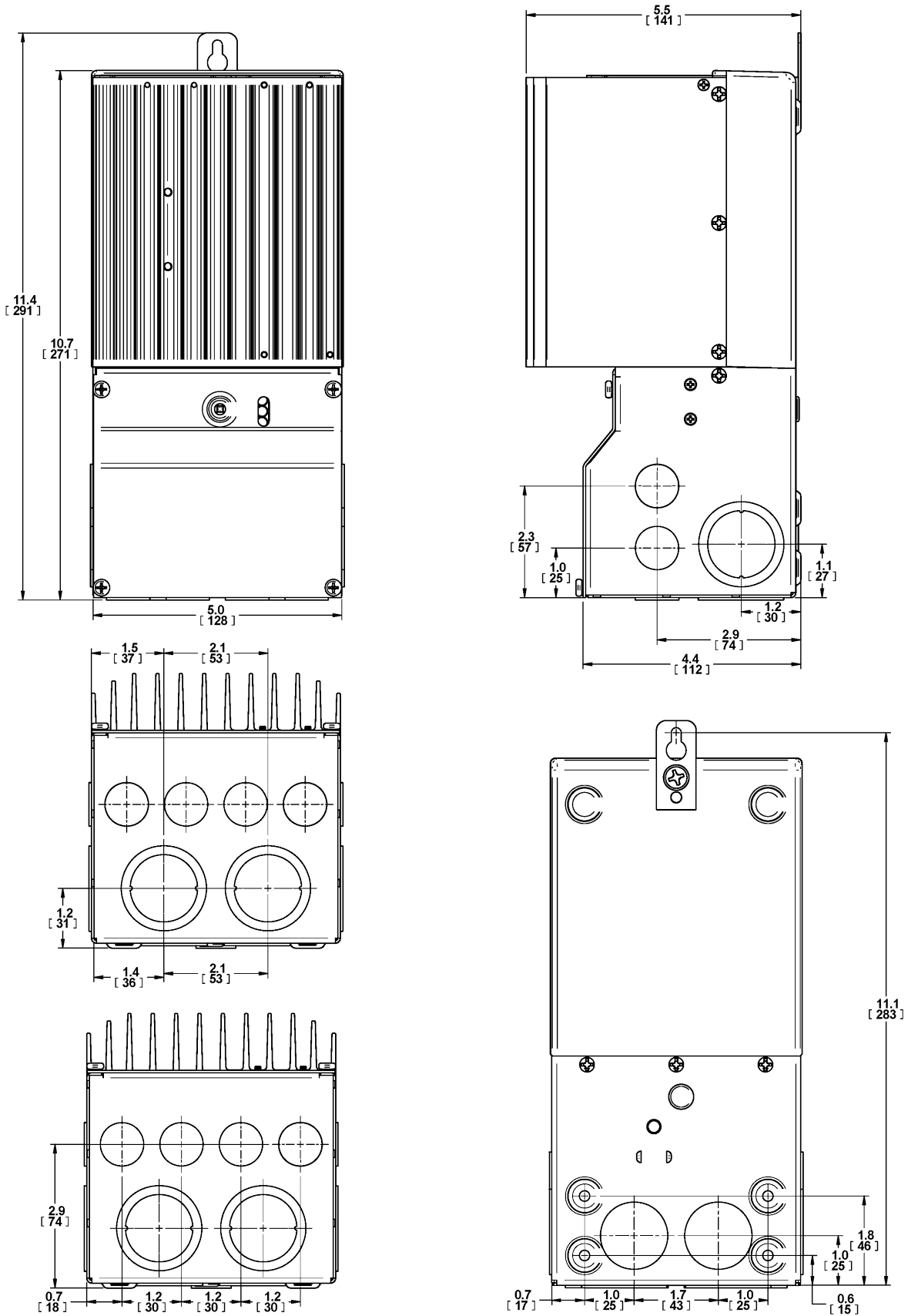


РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

- 2010 -



Габаритные размеры



Оглавление

1.0 Важная информация по безопасности	4
2.0 Общая информация по контроллеру	6
2.1 <i>Общая информация по контроллеру</i>	6
2.2 <i>Модели контроллера</i>	6
2.3 <i>Особенности контроллера</i>	7
2.4 <i>Опции</i>	8
3.0 Монтаж контроллера TriStar-MPPT	10
3.1 <i>Общая информация</i>	10
3.2 <i>Монтаж контроллера</i>	11
4.0 Работа контроллера	19
4.1 <i>Технология TrackStar-MPPT</i>	19
4.2 <i>Информация по заряду АКБ</i>	20
4.3 <i>Кнопка</i>	26
4.4 <i>Светодиодная индикация</i>	27
4.5 <i>Защита, ошибки и предупреждения</i>	28
4.6 <i>Сервис и уход</i>	30
5.0 Коммуникационные возможности контроллера	31
5.1 <i>Введение</i>	31
5.2 <i>Протокол Morningstar MeterBus™</i>	31
5.3 <i>Серийный порт RS-232</i>	32
5.4 <i>EIA-485 (RS-485)</i>	33
5.5 <i>Ethernet</i>	34
6.0 Проблемы и решения	36
8.0 Техническая спецификация	38
9.0 Приложения	40

1.0 Важная информация по безопасности

Сохраните данное руководство

В данном руководстве содержится важная информация по безопасности, установке и эксплуатации солнечного контроллера TriStar-MPPT.

Для обозначения потенциально опасных условий или важных указаний по безопасности в данном руководстве используются следующие символы:



Внимание:

Указывает на потенциально опасную ситуацию. Соблюдать осторожность при выполнении этой задачи.



Предупреждение:

Указывает на критическую процедуру для безопасной и корректной работы контроллера.



На заметку:

Указывает на процедуру или функцию, которая имеет важное значение для безопасной и корректной работы контроллера.

Информация по безопасности

Перед началом установки прочитайте данное руководство.

Внутри контроллера TriStar-MPPT нет деталей, обслуживаемых пользователем. Не разбирайте и не пытайтесь отремонтировать контроллер.

Перед монтажом контроллера убедитесь, что все источники энергии отключены.

Внутри контроллера TriStar-MPPT нет заменяемых предохранителей или выключателей. Не пытайтесь отремонтировать.

Установите внешние предохранители / выключатели по мере необходимости.



Внимание:

Контроллер TriStar-MPPT не имеет встроенного устройства защитного отключения по постоянному току (GFC/GFDI). Вам необходимо решить самостоятельно, должно ли быть использовано внешнее устройство защитного отключения в соответствии с требованиями по установке электрического оборудования.

Контроллер TriStar-MPPT следует устанавливать только в помещении. Необходимо следить за тем, чтобы на контроллер не попадала вода или осадки.

Используйте изолированные инструменты при работе с аккумуляторами.

Старайтесь не носить ювелирные изделия в процессе установки.

Аккумуляторный банк должен состоять из батарей одного типа, марки и возраста.

Не курите в непосредственной близости от аккумуляторных батарей.

Провода подключения питания должны быть крепко затянуты в терминалах, чтобы избежать нагрева при неплотном соединении.

Используйте проводники надлежащего сечения и прерыватели на надлежащую силу тока.

Терминал заземления расположен в терминальном отсеке контроллера и обозначен символом:



Данный контроллер должен быть подключен только к постоянному току. Подключения постоянного тока обозначаются символом:



О данном руководстве по эксплуатации

Данное руководство содержит подробные инструкции по **эксплуатации** контроллера TriStar-MPPT.

Установка контроллера должна производиться только квалифицированным электриком / техником, который знаком с принципами установки солнечных систем. Информация в данном руководстве предназначена в первую очередь для пользователя / оператора контроллера.

2.0 Общая информация по контроллеру

2.1 Общая информация по контроллеру

Благодарим вас за выбор солнечного контроллера заряда с применением технологии TriStar-MPPT.

Контроллер TriStar-MPPT представляет собой наиболее совершенный контроллер заряда АКБ от солнечных панелей с использованием технологии поиска точки максимальной эффективности (MPPT). Контроллер использует интеллектуальный алгоритм отслеживания максимальной эффективности, которая позволяет в каждый момент времени поддерживать заряд на пиковой точке работы солнечных панелей. Это дает заметное повышение показателей генерации по сравнению с обычными контроллерами при одних и тех же погодных условиях.

В контроллере TriStar-MPPT также оптимизирован процесс заряда АКБ, что должно сказаться на увеличении срока службы АКБ и улучшении работы всей системы.

Самодиагностика и электронная защита от ошибок предотвращает повреждения контроллера при ошибках в установке или функционировании системы. Контроллер также имеет восемь регулируемых переключателей настройки, несколько коммуникационных портов, а также терминалы для дистанционных температурного датчика АКБ и сенсора напряжения АКБ.

Пожалуйста, найдите время, чтобы прочитать эту Руководство и ознакомиться с контроллером. Это поможет вам в полной мере использовать все преимущества данного контроллера.

2.2 Модели контроллера

Контроллер TS-MPPT имеет две версии:

TriStar-MPPT-45

максимальный непрерывный ток заряда АКБ: 45 Amps

максимальный входной ток (I_{sc} , ток короткого замыкания солнечных панелей): 36 A I_{sc} @ STC

номинальные напряжения АКБ: 12, 24, 36 и 48 вольт постоянного тока

максимальное входное напряжение постоянного тока: 150 Вольт

коммуникационные порты: RS-232 и MeterBus™

TriStar-MPPT-60

максимальный непрерывный ток заряда АКБ: 60 Amps

максимальный входной ток (I_{sc} , ток короткого замыкания солнечных панелей): 48 A I_{sc} @ STC

номинальные напряжения АКБ: 12, 24, 36 и 48 вольт постоянного тока

максимальное входное напряжение постоянного тока: 150 Вольт

коммуникационные порты: RS-232, EIA-485, MeterBus™ и Ethernet

2.3 Особенности контроллера

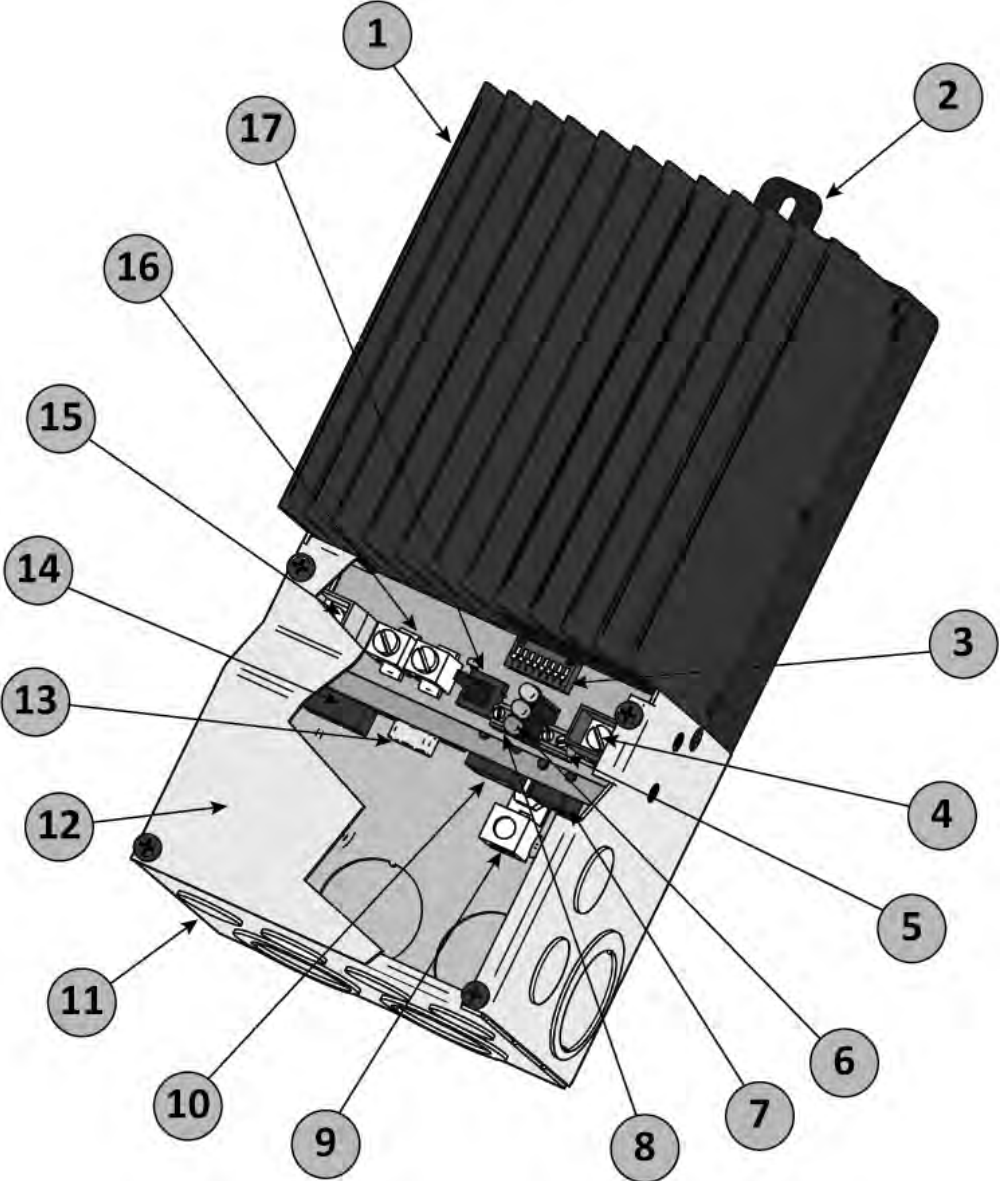


Figure 2-1. TriStar MPPT features

- 1 – Алюминиевый радиатор для рассеивания тепла контроллера
- 2 – Монтажное крепление для подвеса
- 3 – Коммутаторы настройки DIP-switch
- 4 – Терминал вывода на АКБ «ПЛЮС» (красный)
- 5 – Терминалы дистанционного датчика температуры АКБ (приобретается дополнительно) для удаленного контроля температуры аккумулятора
- 6 – Светодиодные индикаторы (3 шт.) для индикации состояния АКБ и показа ошибок
- 7 – Порт MeterBus (RJ-11) для сетевого соединения
- 8 – Терминалы сенсора напряжения АКБ, обеспечивает точное и независимое измерение напряжения аккумулятора
- 9 – Терминал заземления корпуса контроллера
- 10 – Порт Ethernet (RJ-45) для LAN / Интернет-соединения (только TriStar-MPPT-60)
- 11 – Терминальное отделение контроллера с выбиваемыми отверстиями для проводников
- 12 – Крышка терминального отделения, защищающая терминалы подключения питания
- 13 – RS-232 порт (9-контактный разъем последовательного порта – female / мама)
- 14 – RS-485 порт – 4-позиционный терминал для соединения EIA-485 (только TriStar-MPPT-60)
- 15 – Терминал ввода солнечных панелей «ПЛЮС» (желтый)
- 16 – Терминал «МИНУС» (общий)
- 17 – Кнопка выключателя для перезагрузки и ручного включения режима выравнивания. Позволяет осуществить ручную сброс состояния контроллера из-за ошибки, также используется для запуска и остановки выравнивающего заряда АКБ.

Внимание:



При установке контроллера настоятельно рекомендуется использовать автоматы отключения питания, а также надежное заземление.

Отверстия для кабелей рекомендуется защищать втулками или гофрированным соединением надлежащего диаметра.

2.4 Опции

Для контроллера TriStar-MPPT предусмотрены следующие аксессуары, которые приобретаются отдельно:

Цифровой дисплей TriStar Digital Meter 2 (TS-M-2)

Дистанционный цифровой дисплей TriStar Remote Digital Meter 2 (TS-RM-2)

Цифровой дисплей устанавливается непосредственно на корпус контроллера, вместо крышки, закрывающей терминальный блок.

Дистанционный цифровой дисплей монтируется отдельно от контроллера в стену или в стандартный электрический бокс. Дисплей (2 строки, 16 символов) показывает информацию о работе системы, ошибки, и диагностическую информацию. Четыре кнопки на дисплее позволяют передвигаться по меню.

Для систем с несколькими контроллерами TriStar-MPPT, объединенных в сеть, один цифровой дисплей может отображать информацию по всей системе. Контроллеры в этом случае связываются через порты MeterBus (RJ-11).

Концентратор HUB-1

Сеть MeterBus с несколькими контроллерами требует наличия концентратора для электрической изоляции. HUB-1 обеспечивающая связь между MeterBus-совместимыми компонентами Morningstar, включая контроллер TriStar-MPPT.

Драйвер реле RD-1

Драйвер реле RD-1 позволяет контроллеру TriStar-MPPT управлять внешними устройствами. Четыре порта контроля RD-1 могут быть настроены (в различных комбинациях) для выполнения следующих задач:

- контроль генератора (2-, 3- и 4-проводной конфигурации)
- оповещения и другие сигналы (сухие контакты)
- расширенный контроль нагрузки
- контроль вентиляции

Драйвер реле RD-1 имеет форму для крепления на DIN-рейку или на плоскую поверхность.

Для получения дополнительной информации о драйвере реле RD-1 посетите наш сайт или свяжитесь с дистрибьютором Morningstar.

Коммуникационный адаптер RSC-1 (EIA-485 / RS-232)

Коммуникационный адаптер RSC-1 позволяет подключить один или более контроллеров TriStar-MPPT к компьютеру или другим серийным устройствам через переходник EIA-485 / RS-232. Адаптер преобразует серийный интерфейс RS-232 в сигналы, совместимые с RS-485. Светодиодная индикация контроллеры будет показывать статус соединения и ошибок. Коммуникационный адаптер RSC-1 имеет форму для крепления на DIN-рейку или на плоскую поверхность.

3.0 Монтаж контроллера TriStar-MPPT

3.1 Общая информация

Место монтажа имеет важное значение для производительности и срока службы контроллера. Контроллер должен устанавливаться в сухом и защищенном от воды месте. При необходимости контроллер может устанавливаться в вентилируемом закрытом шкафу при условии хорошего воздухообмена. Никогда не устанавливайте TriStar-MPPT в полностью закрытом корпусе. Контроллер может быть установлен в одном объеме с герметичной АКБ, но никогда не с АКБ открытого типа. Пары от открытых АКБ будут разъедать микросхемы контроллера.

Несколько контроллеров могут быть подключены параллельно на один аккумуляторный банк для достижения более высоких токов заряда. Дополнительные контроллеры также могут быть установлены параллельно в будущем. Каждый из контроллеров в этом случае должен иметь свой собственный комплект солнечных панелей.



Предупреждение:

Ни при каких условиях не устанавливайте контроллер в одном объеме с открытыми АКБ. Пары таких АКБ горючи и будут способствовать коррозии, которая уничтожит микросхемы.

При установке контроллера TriStar-MPPT в закрытом объеме, необходимо обеспечить достаточную вентиляцию. Установка в герметичном объеме приведет к перегреву и уменьшению срока службы.

Установка контроллера проста, но важно, чтобы каждый шаг был сделан правильно. Ошибка может привести к опасным ситуациям, так как могут возникнуть высокие напряжения и сила тока. Внимательно ознакомьтесь с инструкциями в этом разделе. Прочитайте все инструкции перед началом первой установки.

Данная инструкция относится только к негативно-заземленным системам. Установщик обязан иметь представление о принципах работы систем на постоянном токе, а также об установке систем на солнечной энергии.

Рекомендованные инструменты:

- Сниматель изоляции для электрических кабелей
- Кусачки для кабелей
- Отвертки
- Плоскогубцы
- Дрель-перфоратор
- Сверло 2,5 мм
- Уровень
- Резак для толстых кабелей
- Обжимные клещи
- Термоусадочная трубка и термоусадочный фен

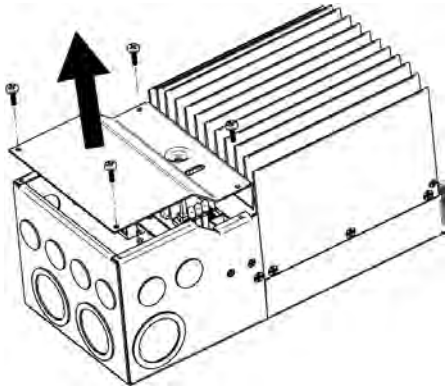
3.2 Монтаж контроллера

Шаг 1 – Снять крышку отделения терминалов



Предупреждение об электрическом ударе:

Отключите все источники питания контроллера, прежде чем снимать крышку терминального отсека. Не снимайте крышку, если на каком-либо из терминалов остается напряжение.



Если вместо крышки установлен цифровой дисплей, убедитесь, что отсоединен кабель RJ-11.

Шаг 2 – Выбейте заглушки из отверстий, которые будут использоваться

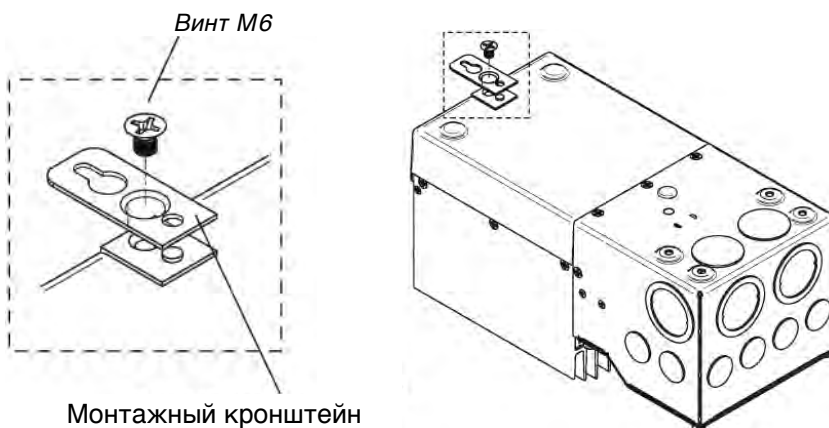


Предупреждение об электрическом ударе:

Всегда защищайте проводники в отверстиях от острых металлических краев. Используйте гофру, втулки, и т.п.

Никогда не ведите коммуникационные кабели вместе с силовыми. Прежде чем выбивать заглушки, спланируйте, как пойдут провода.

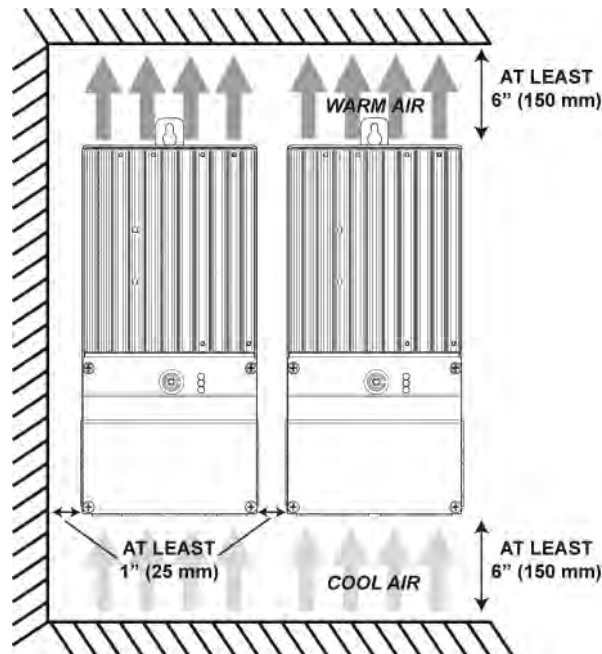
Шаг 3 – Монтаж контроллера на вертикальной поверхности



Монтажный кронштейн

1. Присоедините монтажный кронштейн к корпусу контроллера, как показано на рисунке.
2. Закрепите контроллер на вертикальной поверхности в месте, защищенном от воздействия прямых солнечных лучей, высоких температур и воды. Контроллер TriStar-MPPT должен иметь свободное пространство как минимум 150 мм над и под контроллером, и как минимум 25 мм с каждой из сторон для обеспечения нормального теплообмена во время работы (как показано на рисунке ниже).

3. Контроллер должен быть закреплен в трех точках. Две нижние точки крепления расположены под крышкой терминального отсека.



Шаг 4 – Настройка внутренних переключателей (DIP SWITCH)

Переключатель 1: для будущего применения

В настоящее время не используется. Должен стоять в положении «OFF»

Переключатели 2 и 3: Выбор номинального напряжения системы (4 варианта):

System Voltage	Switch 2	Switch 3
Auto	OFF	OFF
12	OFF	ON
24	ON	OFF
48	ON	ON

«AUTO» – автоматическая настройка при которой контроллер сам определяет напряжение подключенной к нему АКБ.

Автоматическая настройка позволяет контроллеру TriStar MPPT настроить номинальное напряжение автоматически. Это происходит во время первоначального подключения контроллера к АКБ, после чего в процессе эксплуатации напряжение в системе никогда не будет меняться.

Рекомендуется выбрать напряжение системы вручную. Автоматическая настройка должна использоваться только в тех случаях, когда номинальное напряжение в системе неизвестно заранее или в системах, где напряжение в системе может периодически изменяться.

Переключатели 4, 5 и 6: Выбор алгоритмов заряда АКБ

Для нормальной работы системы важно выбрать тип батареи. Каждый тип АКБ требует своего особенного алгоритма заряда с соответствующими напряжениями различных стадий заряда. Правильный алгоритм заряда позволит аккумулятору служить долго. Обратитесь к спецификации вашей аккумуляторной батареи, предоставляемой производителем АКБ и выберите параметры заряда, которые, наилучшим образом соответствуют вашим АКБ.

Settings Switches 4 - 5 - 6	Battery Type	Absorp. Stage (Volts)	Float Stage (Volts)	Equalize Stage (Volts)	Equalize Interval (Days)
off-off-off	1 - Gel	14.00	13.70		
off-off-on	2 - Sealed*	14.15	13.70	14.40	28
off-on-off	3 - Sealed*	14.30	13.70	14.60	28
off-on-on	4 - AGM/Flooded	14.40	13.70	15.10	28
on-off-off	5 - Flooded	14.60	13.50	15.30	28
on-off-on	6 - Flooded	14.70	13.50	15.40	28
on-on-off	7 - L-16	15.40	13.40	16.00	14
on-on-on	8 - Custom	Custom	Custom	Custom	Custom

* "Sealed" battery type includes gel and AGM batteries

Примечания к таблице:

Gel – Гелевые АКБ

AGM – АГМ АКБ

Sealed – закрытые АКБ (вкл. GEL и AGM)

Flooded – открытые АКБ

Custom – особенная настройка

Все напряжения в таблице даны для номинального напряжения АКБ 12 В. Для 24-вольтовых систем умножьте на 2, для 48-вольтовых систем на 4. Более подробная информация дана в разделе 4.3.

Battery Type – наиболее распространенный тип АКБ.

Absorption Stage – стадия поглощения (абсорбции) – стадия во время которой ток заряда ограничивается, при неизменном напряжении абсорбции. По мере того, как АКБ становится все более заряженной, ток продолжает уменьшаться, пока АКБ не будет полностью заряжена.

Float Stage – стадия поддержки – полностью заряженная АКБ получает уменьшенное напряжение заряда для поддержания заряженного состояния.

Equalize Stage – цикл выравнивания, во время которого напряжение заряда остается повышенным для десульфатации и выравнивания напряжения между внутренними элементами.

Equalize Interval – интервал в днях между циклами выравнивания, которые контроллер должен запускать автоматически (настройка переключателя 7).

Переключатель 7: Выравнивание

Выберите ручную или автоматическую настройку процесса выравнивания АКБ. При установке на ручную настройку процесс начнется только при нажатии кнопки или при его запуске с дистанционного дисплея TriStar Meter. Автоматическая настройка выравнивания произойдет в соответствии с установкой переключателей 4, 5, и 6 (см. выше).

И при автоматической, и при ручной настройке кнопка может быть использована для запуска и остановки процесса выравнивания по необходимости. Если выбран тип АКБ, не предусматривающий выравнивание, то даже при нажатии кнопки процесс не начнется.

Equalize	Switch 7
manual	OFF
automatic	ON

manual – ручная настройка
automatic – автоматическая настройка

Переключатель 8: Ethernet-безопасность

Переключателя безопасности Ethernet позволяет включить или выключить возможность конфигурации контроллера TriStar-MPPT через соединение Ethernet. Если данная функция выключена, удаленный доступ к контроллера не допускается. Это сделано из соображений

безопасности для того, чтобы исключить непреднамеренные изменения настроек. Деактивация данной функции не является заменой средств сетевой безопасности.

Configuration via TCP/IP	Switch 8
disabled	OFF
enabled	ON

disabled – выключено
enabled – включено



Примечание:

Настройка параметров сети и доступ к пользовательским настройкам контроллера всегда включены через порты RS-232 и RS-485. Переключатель Ethernet-безопасности используется только для включения / выключения удаленной настройки контроллера через TCP / IP.



ВНИМАНИЕ: хакерская опасность

Переключатель Ethernet-безопасности не блокирует возможность записи команд через порт RS-485.

Шаг 5 – Дистанционный датчик температуры

Дистанционный датчик температуры (RTS) поставляется в комплекте с контроллером и используется для компенсации напряжения заряда в зависимости от окружающей температуры.

Датчик должен быть подключен к 2-контактному терминалу, который расположен между кнопкой и светодиодами (см. стр. 7). Датчик имеет 10-метровый соединительный кабель 0,34 мм². Полярность соединения не важна. Кабель RTS может проходить через то же отверстие, что и силовые кабели. Усилие затягивания винтов терминала RTS не должно превышать 0,56 Нм.



Внимание:

Контроллер не компенсирует напряжение заряда в зависимости от температуры окружающей среды, если температурный датчик не подключен.

Внимание:

Не помещайте температурный датчик внутрь АКБ, это приведет к порче датчика и АКБ



Примечание:

При необходимости кабель RTS может быть укорочен. При этом необходимо переставить ферритовый наконечник на новое место.

Шаг 6 – Заземление и устройство защитного отключения



Внимание:

Контроллер не имеет встроенного устройства защитного отключения (УЗО / GFDI). При необходимости такого устройства необходима установка внешнего УЗО.



Примечание:

Проводники и терминалы, маркированные желто-зеленой цветовой комбинацией применяются только для заземления.

Для заземления должен быть использован медный проводник. Терминал заземления маркируется следующим символом:



Внимание: риск возгорания

Не подключайте проводник «минус» к терминалу заземления напрямую. По стандартам NEC необходимо использование внешнего устройства защитного отключения (УЗО). Контроллер не имеет встроенного устройства защитного отключения. Минус системы должен быть заземлен через УЗО и только в одной точке, на солнечных панелях ИЛИ на АКБ.

Минимальные сечения кабеля заземления:

- TS-MPPT-45: 6 мм²
- TS-MPPT-60: 10 мм²

Шаг 7 – Сенсор напряжения АКБ

Из-за сопротивления проводников напряжение на терминалах контроллера может немного отличаться от напряжения, измеренного непосредственно на терминалах АКБ. Сенсор напряжения АКБ позволяет контроллеру TriStar-MPPT измерять напряжение АКБ с большой точностью, так как по отдельным кабелям сенсора не идет большой ток и не происходит падения напряжения. Оба терминала АКБ связываются с терминалом сенсора на контроллере, который расположен между кнопкой и положительным силовым терминалом АКБ.

Сенсор напряжения АКБ не обязателен для работы контроллера TriStar-MPPT, но его установка рекомендована для лучшей производительности. При подключении сенсора контроллер очень точно определяет напряжение, что делает его работу более эффективной, а также позволяет более точно видеть информацию по АКБ на дисплее.

Кабели сенсора должны быть минимально необходимой длины с сечением 0,25 – 1,00 мм². Рекомендуется использование витой пары, но это не является обязательным. Кабели сенсора могут идти вместе с силовыми кабелями. Усилие затяжки на терминалах сенсора не должно превышать 0,56 Нм крутящего момента.

Максимально допустимое расстояние от терминала сенсора к АКБ составляет 30 м.

Будьте осторожны, соблюдая полярность подключения сенсора. Неправильная полярность подключения сенсора не приводит к поломке, но сенсор не сможет нормально функционировать. Подключение кабелей сенсора к терминалу температурного датчика (RTS) вызовет системную ошибку.

Если установлен дисплей TriStar-Meter, необходимо проверить настройки, чтобы убедиться, что сенсор напряжения и RTS установлены и обнаружены контроллером и работают корректно. Для этого также может быть использовано программное обеспечение MSView™.

Шаг 8 – Сетевые коммуникационные соединения

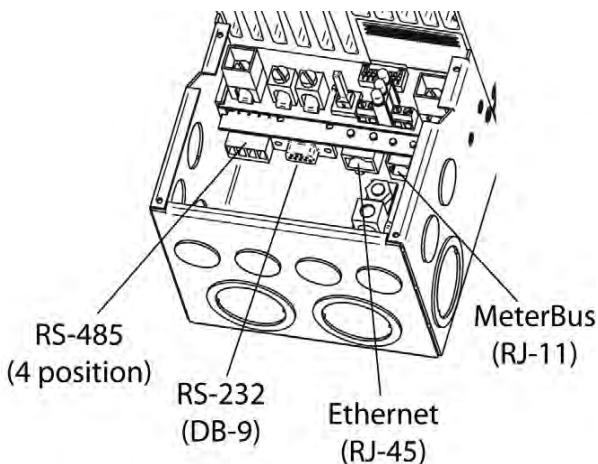
Сетевые подключения позволяют TriStar MPPT обмениваться информацией с другими контроллером или компьютером. Сеть может быть простой, состоящей из одного контроллера и компьютера, или сложной, состоящей из десятков контроллеров с подключением к интернету. Обзор сетевых подключений дан в разделе 5.0.



Внимание:

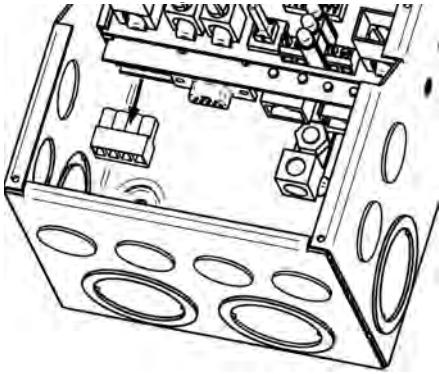
Не допускается прокладка сетевых кабелей вместе с силовыми.
Используйте только сетевые кабели маркированные UL 300 Volt Rated.

Подключите сетевой кабель к соответствующему сетевому порту. Доступ к сетевым портам проще до того, как закреплены силовые кабели. Порты расположены внутри терминального отсека на нижней плате, как показано на рисунке:



Порт EIA-485

Коннектор EIA-485 должны быть отсоединен от разъема для доступа к порту, как показано на следующем рисунке:

**Порт RS-232**

Используется стандартный 9-пинный (DB9) коннектор (мама). Рекомендуется компактный тип коннектора для экономии места.

**Примечание:**

Порты EIA-485 и RS-232 не могут быть использованы одновременно.

Порт Ethernet

Порт RJ-45 Ethernet имеет два светодиодных индикатора для показания статуса подключения и сетевой активности. Используйте витую пару CAT-5 / CAT-5e и RJ-45 разъемы. Если возможно, протяните кабель полностью через короб до опрессовки на RJ-45. При использовании готовых кабелей, убедитесь, что не повреждены разъемы.

Соединения MeterBus™

Для сети MeterBus™ используется стандартный 4-проводной или 6-проводной телефонный кабель RJ-11. Если возможно, тянуть телефонный кабель через трубопровод до опрессовки на RJ-11 разъемы. Если возможно, протяните кабель полностью через короб до опрессовки на RJ-11. При использовании готовых кабелей, убедитесь, что не повреждены разъемы.

**Внимание: риск возгорания и электрического шока**

Подключите АКБ к контроллеру прежде чем подключать солнечные панели. Терминал + АКБ на контроллере обозначен красным цветом, терминал + солнечных панелей обозначен желтым цветом.

Сечение кабеля

Четыре силовые терминала контроллера имеют размеры под сечение кабеля 2,5 – 35 мм². Используйте многожильные медные или алюминиевые кабели. Используйте перечисленные UL-класс В 300 Вольт только провод.

Хорошая система генерации солнечной энергии как правило предполагает кабели большого сечения, ограничивающие потери напряжения 2% или менее. Используйте в качестве ориентира следующую таблицу:

Model	Wire Type	75°C Wire	90°C Wire
TS-MPPT-45	Copper	6 AWG (16 mm ²)	8 AWG (10 mm ²)
TS-MPPT-45	Aluminum	4 AWG (25 mm ²)	6 AWG (16 mm ²)
TS-MPPT-60	Copper	4 AWG (25 mm ²)	6 AWG (16 mm ²)
TS-MPPT-60	Aluminum	2 AWG (35 mm ²)	4 AWG (25 mm ²)

Copper – медь



Предупреждение: риск электрического шока

Автоматы-выключатели и предохранители должны устанавливаться только на незаземленные цепи. Заземленные цепи должны прерываться только с помощью УЗО постоянного тока.

Прерыватели-автоматы должны быть установлены на отключение цепей постоянного тока АКБ и солнечных панелей. Сила тока автомата-прерывателя должна быть 125% от максимальной силы тока в цепи. Используйте в качестве ориентира следующую таблицу:

Model	Minimum battery circuit fuse/breaker rating
TS-MPPT-45	1.25 x 45 Amps = 56.3 Amps
TS-MPPT-60	1.25 x 60 Amps = 75.0 Amps

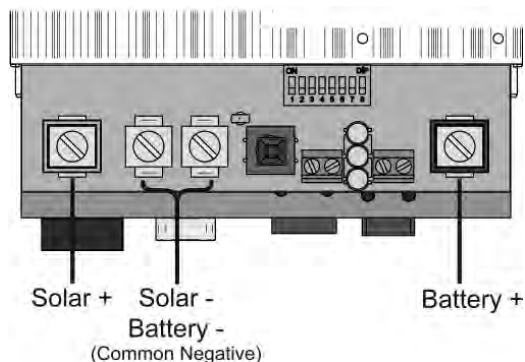
Minimum battery circuit fuse/breaker rating – минимально-допустимая сила тока, проходящего через автомат или предохранитель.



Предупреждение: риск электрического шока

Солнечные панели могут генерировать свыше 100 В постоянного тока в разомкнутой цепи при солнечном свете. Перед работой с кабелями убедитесь, что автомат-выключатель ввода или предохранитель разомкнут.

Расположение силовых терминалов



Подключение производится в следующем порядке:

1. Убедитесь в том, что ввод и вывод контроллера физически отключен от источников питания (АКБ и солнечные панели). Внутри контроллера выключателей нет.
2. Убедитесь, то кабели проходят через отверстия без натяжения.
3. Пропустите кабели в терминальный отсек. Датчик температуры и сенсор напряжения удобнее ввести в терминальный отсек до силовых кабелей.



Предупреждение: риск поломки оборудования

Убедитесь в корректной полярности соединений силовых кабелей ПЕРЕД подключением питания к контроллеру.

4. Подключите кабель « + » АКБ к терминалу «+» контроллера (обозначен красным).
5. Подключите кабель «—» АКБ к одному из терминалов «—» контроллера (оба терминала общие).



Предупреждение: риск поломки оборудования

Убедитесь в корректной полярности соединений силовых кабелей ПЕРЕД подключением питания к контроллеру. Перед соединением кабелей отключите цепи солнечных панелей и замерьте напряжение холостого хода.

6. Подключите кабель « + » солнечных панелей к терминалу солнечных панелей « + » на контроллере (обозначен желтым).

7. Подключите кабель «—» солнечных панелей к одному из терминалов «—» контроллера (оба терминала общие).

Затяните все терминальные винты с усилием 5,65 Нм

Включение контроллера



Предупреждение: риск поломки оборудования

Подключение кабеля солнечных панелей к терминалам АКБ на контроллере приведет к выходу из строя контроллера. После этого контроллер не подлежит восстановлению, и на данную поломку не распространяется гарантия производителя.



Предупреждение: риск поломки оборудования

Подключение цепей АКБ или солнечных панелей к контроллеру с обратной полярностью приведет к выходу из строя контроллера. После этого контроллер не подлежит восстановлению, и на данную поломку не распространяется гарантия производителя.

Убедитесь в том, при подключении силовых цепей к терминалам контроллера соблюдена правильная полярность.

С помощью автомата включите цепь питания АКБ. Светодиоды на контроллере должны показать успешный запуск: один цикл чередования зеленый – желтый – красный.

Помните, что для работы контроллера АКБ должны быть подключены в первую очередь. Контроллер не будет работать только от ввода солнечных панелей.

С помощью автомата включите цепь ввода солнечных панелей. Если светит солнце, то контроллер начнет заряжать АКБ. Если установлен цифровой дисплей TriStar Meter, то на дисплее будут отображены сила тока заряда и состояние заряда АКБ.

4.0 Работа контроллера

Контроллер TriStar-MPPT является полностью автоматическим контроллером. После установки контроллер не требует внимания, однако, пользователь должен быть знаком с тем, как он работает. Это описано в данном разделе.

4.1 Технология TrackStar-MPPT

Контроллер TriStar-MPPT использует MPPT-технология Morningstar TrackStar-MPPT™ для достижения высоких показателей эффективности заряда от солнечных панелей. Алгоритм заряда полностью автоматизирован и не требует вмешательства пользователя. Технология TrackStar-MPPT™ отслеживает точку максимальной мощности генерации энергии, учитывая постоянно меняющиеся условия освещения. Это позволяет в течение всего светового дня в каждый момент времени достичь максимальную эффективность работы.

Повышение силы тока

В большинстве случаев контроллер будет повышать силу тока солнечных панелей. Например, приходящие от солнечных панелей 36 А будут повышены до 44 А тока заряда, который пойдет на АКБ. Сам контроллер при этом не «создает» силу тока. Мощность на входе контроллера будет эквивалентна мощности на выходе. Так как мощность является произведением силы тока на напряжение ($V \times A$), мы имеем следующее:

(1) Мощность на входе = Мощность на выходе

(2) $V \times A$ на входе = $V \times A$ на выходе

(В данном расчете мы не принимаем во внимание потери)

В случае, если максимальное рабочее напряжение солнечных панелей (V_{mp}) больше, чем напряжение АКБ, сила тока, идущая на АКБ должна быть пропорционально выше силы тока, которая приходит с солнечных панелей. В каждый момент времени входная и выходная мощности сбалансированы. Чем больше разница между напряжением V_{mp} и напряжением АКБ, тем больше контроллер повышает силу тока на АКБ. Такое повышение может быть очень существенным в системах, где номинал напряжения солнечных панелей значительно выше номинального напряжения АКБ.

Серии солнечных панелей с высоким напряжением и панели для инверторов, ведомых сетью

Один из основных преимуществ контроллера TriStar – это способность заряжать АКБ от солнечных панелей с заведомо более высоким номинальным напряжением. Например, АКБ номиналом 12 В может заряжаться через контроллер TriStar от солнечных панелей с номинальным напряжением 12, 24, 36, или 48 вольт. Данный контроллер может также заряжать АКБ от солнечных панелей с паспортным напряжением холостого хода до 150 В (напряжение 150 В не должно быть превышено даже при самых холодных температурах окружающей среды). Перед использованием солнечных панелей с высокими номинальными напряжениями или подключенные серийно, необходимо ознакомиться с характеристиками панелей, особенно с параметром напряжения холостого хода (V_{oc}) при различных температурах.

Более высокое напряжение на входе контроллера означает более низкую силу тока при той же мощности. Высокое напряжение солнечных панелей и низкий ток позволяют использовать кабели с меньшим сечением, что особенно удобно при значительных расстояниях между солнечными панелями и контроллером.

Преимущества перед стандартными (ШИМ) контроллерами

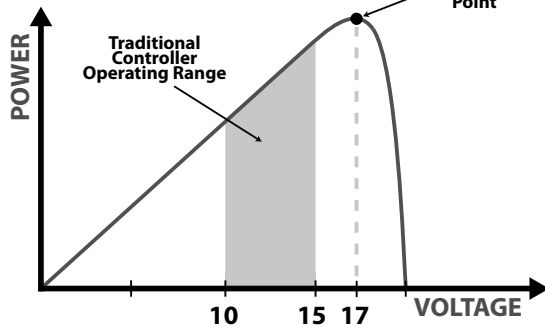
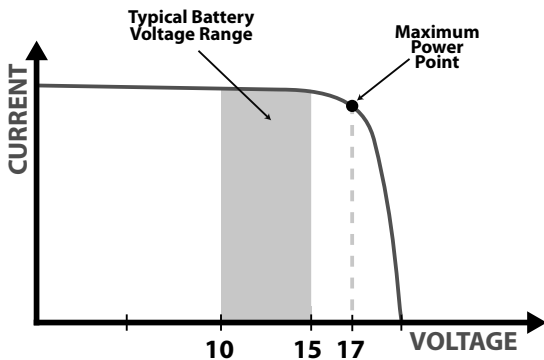
Традиционные контроллеры во время заряда соединяют солнечную панель с АКБ напрямую. Это означает, что солнечная панель должна работать в диапазоне напряжений, который находится ниже напряжения максимальной мощности (V_{mp}) солнечной панели. Например, в 12-вольтовых системах напряжение АКБ может быть в диапазоне 10-15 В, а напряжение максимальной мощности солнечной панели обычно выше: 16-17 В. Ниже приведены типичные графики зависимости силы тока от напряжения для систем с 12-вольтовым номиналом (График «I-V»):

Типичный диапазон напряжений АКБ

Точка максимальной мощности

Диапазон работы традиционного контроллера

Точка максимальной мощности TrackStar



Показатель V_{mp} солнечной панели – это точка, в которой сила тока и напряжение панели достигают пиковых значений. Такой пик обычно приходится на переломе графика «I-V» (см. рис. выше).

Так как стандартные (ШИМ) контроллеры не всегда способны работать в области пиковых значений напряжения V_{mp} , часть энергии теряется. Чем выше разница между точкой, в которой работает контроллер и точкой максимального напряжения V_{mp} , тем больше потерь. Технология TrackStar-MPPT™ позволяет контроллеру постоянно находиться в точке V_{mp} , что значительно снижает потери по сравнению с традиционными контроллерами.

Условия, ограничивающие эффективность MPPT

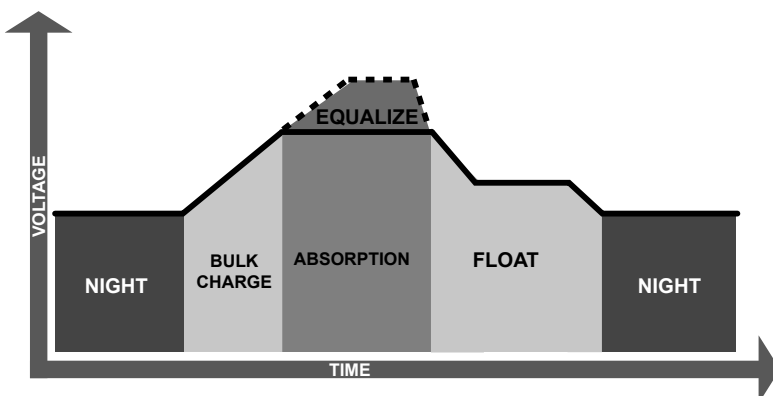
Напряжение V_{mp} солнечных панелей снижается с повышением температуры. При очень жаркой погоде напряжение V_{mp} может быть даже ниже, чем напряжение АКБ. В такой ситуации преимущество технологии MPPT нивелируется. Однако при использовании номинального напряжения солнечных панелей заведомо выше, чем номинал АКБ гарантирует более высокую эффективность сбора энергии. При этом преимуществом также будет являться возможность использования силовых кабелей меньшего сечения.

4.2 Информация по заряду АКБ

4-стадийный алгоритм заряда

Контроллер TriStar-MPPT заряжает АКБ с использованием 4-стадийного алгоритма заряда для быстрого, эффективного и безопасного процесса заряда.

Рис. ниже показывает последовательность стадий заряда:



Bulk Charging – Стадия активного заряда

В данной стадии АКБ принимает всю силу тока, которую дают солнечные панели. Светодиоды будут показывать статус заряда АКБ в соответствии с текущим напряжением.

Absorption – поглощение

После того как АКБ достигла напряжения полного заряда, контроллер начинает держать напряжение заряда на постоянном уровне. Это необходимо для предотвращения перегрева АКБ выделения газов. Сила тока будет уменьшаться по мере того, как АКБ будет приближаться к состоянию 100%-го заряда. Зеленый светодиод будет мигать 1 раз в секунду.

АКБ будет находиться в стадии поглощения в общей сложности 120-150 минут в зависимости от типа АКБ, прежде чем контроллер перейдет к следующей стадии. В случае разряда АКБ ниже 12,5 В в течение предыдущей ночи (x2 для 24-в номинала, x4 для 48-в номинала), стадия поглощения будет продлена на 30 минут.

Напряжение поглощения компенсируется в зависимости от температуры окружающей среды в случае использования температурного датчика Morningstar RTS (входит в комплект поставки контроллера).

Float – Поддержка

После того, как АКБ полностью заряжена, напряжение заряда уменьшается. Если АКБ полностью заряжена, внутри нее больше не протекает химических реакций. Ток заряда теперь будет вызывать только выделение газов. В стадии поддержки АКБ получает минимальный заряд для поддержания АКБ в рабочем состоянии при отсутствии газовой выделении. Цель данной стадии – предотвратить перезаряд АКБ. В стадии поддержки зеленый светодиод состояния заряда (SOC) будет мигать 1 раз в 2 секунды.

Equalization – Выравнивание (ТОЛЬКО ДЛЯ АКБ ОТКРЫТОГО ТИПА)

Многие типы АКБ требуют периодического сильного заряда для перемешивания электролита, выравнивания потенциалов между элементами, а также для завершения химических реакций. В стадии выравнивания на АКБ подается повышенное напряжение заряда для ускорения химических реакций и выделения газа. В данной стадии зеленый светодиод состояния заряда (SOC) будет быстро мигать 2 раза в секунду.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Риск взрыва

Выравнивание АКБ открытого типа ведет к выходу гремучего газа. Помещение с АКБ необходимо принудительно проветривать!



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Повреждение оборудования

В стадии выравнивания напряжение, подаваемое на АКБ увеличивается. Если к терминалам АКБ подключена нагрузка постоянного тока, необходимо проверить диапазон напряжений, в котором может работать нагрузка.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ: Повреждение Оборудования

Чрезмерный перезаряд в течение слишком длительного времени может повредить АКБ. Перед использованием выравнивания проконсультируйтесь с руководством по эксплуатации АКБ. АКБ закрытого типа выравнивать запрещается.

Некоторые типы АКБ положительно реагируют на периодическое повышение напряжение заряда. Длительность стадии выравнивания зависит от типа используемой АКБ. Время выравнивания отсчитывается от момента включения стадии выравнивания. В случае, если контроллер не может дать надлежащий ток и напряжение заряда из-за слабой освещенности, время выравнивания будет автоматически продлено на 60 минут. Дополнительное время выравнивание можно задать с помощью нажатия и удержания кнопки.

Напряжение выравнивания компенсируется в зависимости от температуры окружающей среды в случае использования температурного датчика Morningstar RTS (входит в комплект поставки контроллера).

Когда требуется выравнивание?

Периодичность включений стадии выравнивания зависит от типа АКБ (кислотные, lead-antimony и т.п.), глубины разрядов АКБ в течение эксплуатации, возраста АКБ, окружающей температуры и так далее. Можно принять за правило выравнивать АКБ один раз в течение периода от 1 до 3 месяцев или каждые 5-10 глубоких разрядов. Некоторые типы АКБ, такие как L-16, требуют более частого включения стадии выравнивания.

Наличие разницы в напряжениях или плотности электролита между ячейками внутри АКБ (или между самими АКБ в системе) также может быть показателем того, что АКБ требует выравнивания. Производители АКБ дают рекомендованные значения плотности электролита для конкретной АКБ.

Для чего нужно выравнивание?

Периодическое выравнивание необходимо для нормальной работы АКБ, особенно в автономных системах с зарядом от солнечных панелей. Во время разряда АКБ серная кислота расщепляется и сульфаты свинца кристаллизуются на свинцовых пластинах АКБ. Если АКБ остается в частично разряженном состоянии изначально мягкие кристаллы сульфатов постепенно затвердевают, из-за чего им становится сложнее снова конвертироваться в активную фазу. Этот процесс называется «сульфатацией» АКБ.

Сульфатация АКБ в автономных системах, возникающая в результате хронического недозаряда АКБ, ведет к их преждевременному выходу из строя. Это наиболее частая причина того, что АКБ или перестают «держат нагрузку, как раньше», или полностью выходят из строя. Сульфатация также часто является причиной «вспухания» АКБ и появления трещин в корпусе.

Нормальный мультистадийный заряд АКБ способствует конвертации сульфатов в активный материал при условии, что АКБ заряжается полностью. АКБ в автономных солнечных системах редко заряжаются полностью, поэтому в таких системах сульфатация со временем становится неизбежной. Только периодическое прохождение процесса выравнивания позволяет предотвратить сульфатацию и продлить срок эксплуатации АКБ.

Подготовка к выравниванию

Прежде всего, проверьте, что подключенная к терминалам АКБ нагрузка сможет работать при повышенном напряжении. Имейте в виду, что при 0°C напряжение выравнивания будет достигать 16,75 В постоянного тока для АКБ типа L-16 (67,00 В в системе с 48-в номиналом) при наличии подключенного температурного датчика. Отсоедините нагрузку, если существует риск повреждения оборудования высоким напряжением.

Если используются АКБ с гидроклапанами, убедитесь, что все гидроклапаны сняты перед началом выравнивания. Гидроклапаны, оставшиеся на АКБ могут сильно нагреваться. Если АКБ оснащены гидроклапанами, то включение выравнивания должно осуществляться только вручную (DIP-7 OFF).

После окончания процесса выравнивания необходимо проверить уровень электролита и по необходимости долить дистиллят. Убедитесь, что уровень жидкости выше покрывает свинцовые пластины.

Выравнивать ли герметичную АКБ?

Таблица напряжений заряда АКБ ниже показывает одну настройку, связанную с выравниванием герметичной (sealed) АКБ. Данная настройка не является выравниванием в полном смысле, позволяя лишь небольшое (0,1 В) повышение напряжение заряда, не вызывающее выделения газа внутри герметичной АКБ. Большинство АКБ закрытого типа, таких, как AGM и GEL допускают значение напряжения заряда до 14,4 В (12-вольтный номинал). Если вы не уверены в данной настройке, она может не применяться.

Таблица напряжений заряда АКБ

Настройки даны для 12-вольтовых систем (x2 для 24-в номинала, x4 для 48-в номинала).

Settings Switches 4 - 5 - 6	Battery Type	Absorp. Stage (Volts)	Float Stage (Volts)	Equalize Stage (Volts)	Absorp. Time (Minutes)	Equalize Time (Minutes)	Equalize Interval (Days)
off-off-off	1 - Gel	14.00	13.50		150		
off-off-on	2 - Sealed*	14.15	13.50		150		
off-on-off	3 - Sealed*	14.30	13.50	14.40	150	60	28
off-on-on	4 - AGM/Flooded	14.40	13.50	15.10	180	120	28
on-off-off	5 - Flooded	14.60	13.50	15.30	180	120	28
on-off-on	6 - Flooded	14.70	13.50	15.40	180	180	28
on-on-off	7 - L-16	15.40	13.40	16.00	180	180	14
on-on-on	8 - Custom	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom

* "Sealed" battery type includes gel and AGM batteries

Sealed = герметичные АКБ: AGM и GEL

Flooded = открытые АКБ

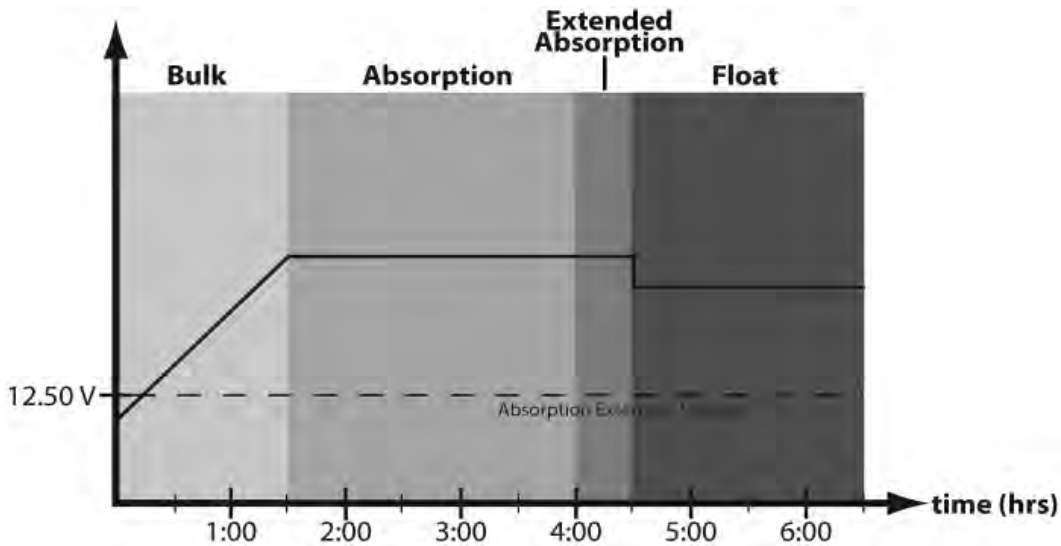
Custom = настраиваемый пользователем

Таблица настроек, являющихся общими для всех типов АКБ:

Общая настройка	Значение	Единица
Напряжение продления выравнивания	12,50	В
Время продления выравнивания	Время выравнивания + 30	мин
Время выхода из режима поддержки	30	мин
Напряжение отмены поддержки	11,50	В
Пауза при недостаточном освещении	Время выравнивания + 60	мин
Коэффициент температурной компенсации	- 5	милливольт / °C / элемент

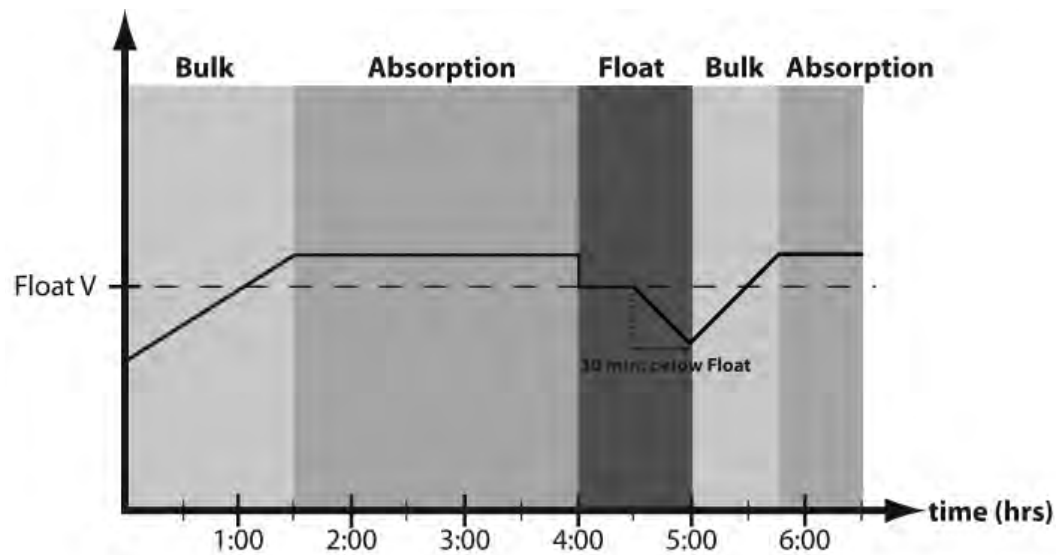
Контроллер TriStar-MPPT имеет 7 стандартных настроек напряжений различных стадий заряда АКБ, которые можно выбрать при помощи переключателей DIP внутри терминального отсека. Все эти настройки подходят для свинцово-кислотных АКБ. Восьмая настройка (CUSTOM) позволяет запрограммировать напряжения для особенных АКБ с помощью программного обеспечения MS-View™

Продление стадии поглощения

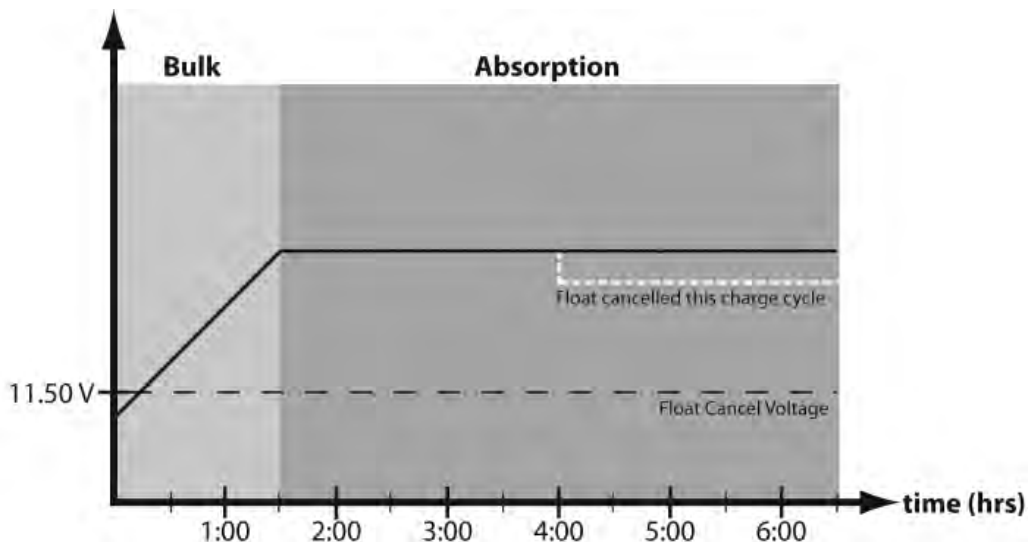


В случае, если АКБ разряжается ниже 12,5 В (25,00 В @ 24 В, 50,00 В @ 48 В), стадия поглощения будет продлена на 30 минут.

Пауза поддержки



После вхождения в стадию поддержки контроллер выйдет из нее только если напряжение АКБ будет оставаться ниже напряжения поддержки более 30 минут. Такая ситуация может возникнуть в случае, если ток нагрузки превышает ток заряда. Если это произошло, то после отключения нагрузки контроллер снова будет заряжать АКБ в режиме поглощения. Таймер паузы поддержки суммирует все возникающие периоды падения напряжения и заставляет контроллер выйти из режима поддержки, когда общее время превысит 30 минут.

Напряжение отмены поддержки

Если АКБ разрядилась ниже 11,50 В (23,00 В @ 24 В, 46,00 В @ 48 В) в предыдущую ночь, стадия поддержки будет отменена. Белым пунктиром показано время, когда поддержка должна была включиться, если бы не было глубокого разряда.

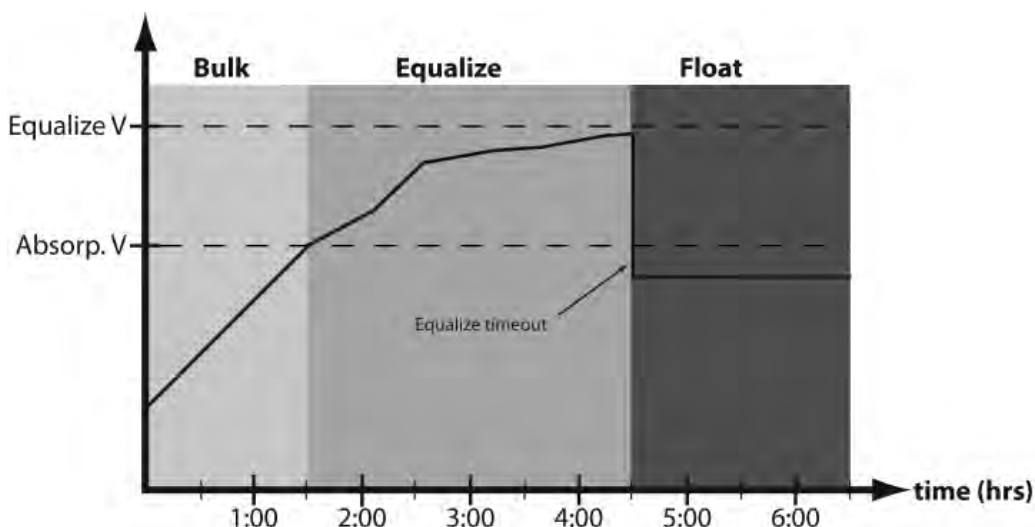
Пауза выравнивания

График выше иллюстрирует паузу в выравнивании. Пауза начинается как только напряжение АКБ превышает напряжение абсорбции. Если контроллер не может дать достаточные ток и напряжение для выравнивания, напряжение будет сброшено для того, чтобы предотвратить продолжительное нахождение АКБ под высоким напряжением.

Температурная компенсация

Все напряжения различных стадий заряда даются при температуре 25°C. Если температура АКБ отличается от этой температуры на 5°C, то напряжения должны быть скорректированы на 0,15 В (при 12-вольтовом номинале) на каждые 0,15 В. Это довольно значительная коррекция зарядного напряжения, и ее может обеспечить подключаемый датчик температуры (RTS).

Необходимость в температурной компенсации диктуется условиями эксплуатации системы, а также типом АКБ, тем, как система используется и т.п. Если система используется при стабильной комнатной температуре, то можно обойтись без температурного датчика. Если, как вам кажется, АКБ выделяет избыточное количество газа или систематически недозаряжается, в любое время можно поставить температурный датчик. По установке датчика см. раздел 2.3 – Шаг 5.

Сенсор напряжения АКБ

Падение напряжения в проводниках постоянного тока неизбежно. Если сенсор напряжения АКБ не используется, то контроллер определяет напряжение АКБ по силовым кабелям. Из-за падения напряжения в проводниках напряжение, которое дает контроллер во время заряда может оказаться выше, чем то напряжение, которое приходит на терминалы АКБ.

Для компенсации падения напряжения используются 2 провода сечением 0.25-1.00 кв. мм, подключаемые на контакты «Sense» контроллера и на соответствующие терминалы АКБ. Так как эти провода не являются силовыми, на них не происходит падения напряжения, что позволяет использовать их для корректного считывания напряжения на контактах АКБ.

В зависимости от длины и сечения кабелей падения напряжения могут быть довольно значительными. Даже считающиеся приемлемыми 2% падения напряжения могут означать падение в 0.29 В во время заряда напряжением 14.4 В (1.16 В для 48-вольтовых систем). Падение напряжения может приводить к некоторому недозаряду АКБ.

Контроллер начнет стадию поглощения или ограничит выравнивание на более низком напряжении, так как будет руководствоваться напряжением на терминалах самого контроллера, а не на фактическим напряжением АКБ. Например, если падение напряжения между контроллером и АКБ 0,3 В, и контроллер запрограммирован начать заряд поглощения при 14,4 В, когда он "видит" 14,4 В на своих терминалах, фактическое напряжение АКБ может быть только 14,1 В,

Нужно иметь в виду, что контроллер не получает питание по проводам сенсора напряжения, и провода сенсора напряжения ни в коей мере не компенсируют само падение напряжения, они используются только для повышения точности измерения, которое необходимо для корректной работы. Описание подключения дано в разделе 2.3, шаг 7.

4.3 Кнопка

Одно нажатие

- Сброс ошибки
- Сброс индикации обслуживания АКБ (если сервисный период был задан в настройках). При данном сбросе начнется отсчет нового сервисного периода и мигание светодиодов прекратится. Если обслуживание АКБ было произведено до индикации обслуживания, то данный сброс необходимо сделать в тот момент, когда включится индикация.

Нажатие и удержание в течение 5 секунд

- Принудительное ручное включение выравнивания. Контроллер может начать выравнивание как в автоматическом, так и в ручном режиме. Выравнивание может начаться только при условии достаточного освещения, при котором контроллер может дать на АКБ надлежащее напряжение и силу тока. Светодиоды будут показывать индикацию, подтверждающую запрос начала выравнивания в соответствии с таблицей ниже. Запрос на выравнивание будет автоматически отменен, если настроен тип АКБ, не требующий выравнивания.
- Остановка запущенного (автоматически или вручную) процесса выравнивания. Выравнивание будет остановлено, что подтвердится соответствующей индикацией светодиодов.

Нажатие кнопки	Светодиодная индикация
Ручной пуск выравнивания	З + Ж + К / З + Ж + К / З / З
Остановка выравнивания	З + Ж + К / З + Ж + К / К / К

Примечание



В системах с несколькими контроллерами используйте цифровой дисплей TriStar Meter для запуска выравнивания всеми контроллерами одновременно.

Если для заряда используются параллельно несколько контроллеров, не синхронизированных через порт MeterBus™, каждый контроллер может выравнивать АКБ в разное время. В таком случае выравнивание нужно запускать вручную, либо объединять контроллеры в единую сеть.

4.4 Светодиодная индикация

Светодиодная индикация дает важную информацию по работе контроллера и всей системы в целом. Несмотря на то, что есть множество комбинаций, все они имеют схожие алгоритмы и их легко запомнить. Все показания светодиодной индикации можно разделить на 3 группы:

- Индикация общего состояния
- Индикация состояния АКБ
- Ошибки и предупреждения

Объяснения аббревиатур:

З = Зеленый (горит постоянно)

Ж / К = сначала горит Желтый, потом горит Красный

З + Ж = Зеленый и Желтый горят одновременно

З + Ж / К = Зеленый и Желтый горят одновременно, потом горит Красный

Примечание: индикация ошибки будет гореть, пока ошибка не будет сброшена.

Общее состояние контроллера

Первоначальный запуск контроллера	З / Ж / К (один цикл)
Запрос на запуск выравнивания	З+Ж+К / З+Ж+К / З / З
Выравнивание отменено	З+Ж+К / З+Ж+К / К / К
Необходимо обслуживание АКБ (если настроено)	все три индикатора мигают

Статус АКБ

Общее состояние АКБ	См. ниже
В состоянии заряда	З мигает каждые 1/2 секунды
В состоянии выравнивания	З мигает быстро 2-3 раза в секунду
В состоянии поддержки	З мигает медленно 1 раз в 2 секунды

Ошибки и предупреждения

Перегрев	Ж / К чередуются
Отключение по высокому напряжению	З / К чередуются
Ошибка переключателей DIP	К / Ж / З чередуются
Ошибка самодиагностики	К / Ж / З чередуются
Ошибка температурного датчика	З+Ж / Ж+К чередуются
Ошибка сенсора напряжения	З+Ж / Ж+К чередуются

Индикация состояния АКБ

З	80% – 95% SOC
З+Ж	60% – 80% SOC
Ж	35% – 60% SOC
Ж+К	0% – 35% SOC
К	АКБ разряжена

Информация по соответствию напряжений состоянию заряда АКБ дана в разделе 11.0 (Техническая спецификация). О состоянии заряда АКБ судить по светодиодам можно лишь приблизительно.

Индикаторы подключения Ethernet

В дополнение к трем светодиодам состояния, внутри терминального отсека контроллера есть еще 2 светодиода, показывающие статус подключения и активности сети LAN/WAN:

Состояние	Зеленый индикатор	Желтый индикатор
Сеть подключена и работает	Горит	Не горит
Идет обмен данными	Горит	Мигает
Ошибка	Не горит	Горит

4.5 Защита, ошибки и предупреждения

Контроллер TriStar-MPPT имеет встроенную защиту и способность автоматического восстановления, что обеспечивает безопасную работу системы. Кроме этого, контроллер TriStar-MPPT постоянно проводит самодиагностику и способен доложить об ошибке в момент ее возникновения.

Ошибкой является состояние, когда контроллер прекращает работу. Ошибка может возникнуть в случае превышения какого-либо лимита, такого, как, например, порог напряжения, тока или температуры. Состояние ошибки сигнализируется соответствующей светодиодной индикацией, а также отображается на экране цифрового дисплея TriStar Meter.

Предупреждения возникают тогда, когда контроллер вынужден изменить нормальный ход своей работы под воздействием каких-либо условий. Предупреждения чаще всего отображаются при приближении к пороговым значениям напряжения, силы тока и температуры. Предупреждения отображаются только на экране цифрового дисплея TriStar Meter.

Некоторые базовые состояния ошибок рассмотрены ниже.

Защита

Перегрузка по входу солнечных панелей

TriStar-MPPT лимитирует ток заряда в соответствии с настройкой максимального тока заряда (Maximum Battery Current). Слишком большая площадь солнечных панелей приводит к тому, что контроллер не будет работать на полной мощности. Площадь солнечных панелей должна соответствовать максимальной номинальной входной мощности (Nominal Maximum Input Power, см. раздел 8.0).

Короткое замыкание по входу солнечных панелей

Контроллер отключает солнечные панели в случае короткого замыкания в проводке солнечных панелей. Работа контроллера будет автоматически возобновлена после разрешения этой ситуации. Для этой ошибки светодиодная индикация не предусмотрена.

Превышение лимита напряжения по входу солнечных панелей

Ток на входе солнечных панелей будет уменьшен при приближении напряжения на входе солнечных панелей к пороговому значению 150 В постоянного тока.

Недопустимо низкое напряжение АКБ

Если АКБ разрядилась до примерно 7 В, контроллер выйдет в спящий режим и отключится. После того, как напряжение поднимется выше 8 В (минимальное напряжение для включения контроллера), контроллер возобновит работу.

Ошибки

Ошибка температурного датчика (З+Ж / Ж+К чередуются)

Если ошибка с температурным датчиком (короткое замыкание, разомкнутый контакт или плохой контакт) возникла после того, как датчик был установлен и проработал какое-то время, то светодиоды покажут ошибку. Если контроллер был перезапущен с данной ошибкой, то светодиоды не покажут ошибку, так как контроллер диагностирует отсутствие температурного датчика. В таком случае корректность работы температурного датчика можно проверить только с помощью цифрового дисплея TriStar Meter или через подключение к компьютеру.

Ошибка сенсора напряжения (З+Ж / Ж+К чередуются)

Если ошибка с сенсором напряжения (короткое замыкание, разомкнутый контакт или плохой контакт) возникла после того, как сенсор был установлен и проработал какое-то время, то светодиоды покажут ошибку. Если контроллер был перезапущен с данной ошибкой, то светодиоды не покажут ошибку, так как контроллер диагностирует отсутствие температурного датчика. В таком случае корректность работы сенсора напряжения можно проверить только с помощью цифрового дисплея TriStar Meter или через подключение к компьютеру.

Ошибка переключателей DIP (К / Ж / З чередуются)

Если положение какого-либо из переключателей DIP было изменено во время работы контроллера, светодиодная индикация покажет ошибку и солнечные панели будут отключены. Для исправления этой ситуации перезапустите контроллер, отключив его от питания АКБ.

Отключение по высокому напряжению АКБ (З / К чередуются)

Ошибка возникает в случае, если напряжение АКБ выше порогового значения. Контроллер отключит солнечные панели и покажет данную ошибку (High Voltage Disconnect). Обычно такая ошибка возникает, если присутствует еще одно зарядное устройство, которое заряжает АКБ напряжением выше того, которое дает TriStar-MPPT. Когда напряжение возвращается в нормальный диапазон, контроллер автоматически сбрасывает данную ошибку.

Изменение в CUSTOM-настройках (З+Ж+К мигают)

При изменении какой-либо из CUSTOM-настроек контроллер перестает заряжать АКБ и показывает ошибку. После окончания программирования CUSTOM-настроек необходимо перезапустить контроллер путем его отключения от питания. После этого контроллер будет работать с новыми запрограммированными настройками.

Обновление внутренней прошивки не прошло (Ж / К)

Данная ошибка возникает при неудачной попытке обновления внутренней прошивки контроллера. TriStar-MPPT не покажет нормальную последовательность светодиодной индикации при первоначальном запуске. Вместо этого будет гореть желтый светодиод и контроллер не будет работать. Попробуйте обновить прошивку еще раз.

Предупреждения

Уменьшение тока из-за перегрева

TriStar-MPPT автоматически уменьшает ток на входе от солнечных панелей в случае, если температура радиатора превышает безопасные пороговые значения. Ток от солнечных панелей может быть уменьшен до 0 для предотвращения перегрева контроллера. Контроллер TriStar-MPPT спроектирован для работы с полной мощностью при максимально возможной температуре окружающей среды. Данное предупреждение показывает, что контроллер перегревается из-за недостаточной естественной вентиляции. Если это возникает периодически, то необходимо пересмотреть место расположения контроллера и перенести контроллер в более прохладное место.

Уменьшение тока из-за высокого входного напряжения

TriStar-MPPT автоматически уменьшает ток на входе от солнечных панелей в случае, если напряжение солнечных панелей приближается к максимально допустимому значению в 150 В постоянного тока. Напряжение на входе солнечных панелей ни при каких условиях не должно превышать 150 В. См. график уменьшения тока в разделе 8.0.

Уменьшение тока

Мощность солнечных панелей превышает характеристику мощности контроллера. Данной предупреждение показывает, что контроллер уменьшает ток до своего максимального рабочего значения.

Температурный датчик RTS отсутствует или неисправен

Температурный датчик RTS не подключен. Температурный датчик RTS необходим для корректной работы контроллера TriStar-MPPT.

Не работает датчик температуры радиатора

Датчик температуры радиатора неисправен. Необходим ремонт контроллера.

Датчик напряжения не работает

Датчик напряжения не подключен, проверьте подключение. Данное предупреждение показывается в случае, если разница между напряжением на датчике и на терминалах более 5 В.

Контроллер не откалиброван

Контроллер не откалиброван и должен быть отправлен на сервис.

4.6 Сервис и уход

Для максимального срока эксплуатации контроллера необходимо проводить следующие мероприятия (не реже, чем два раза в год):

Инспекция системы

- Проверить, что контроллер расположен в чистом и сухом помещении.
- Проверить, что ничто не препятствует нормальному теплообмену контроллера. При необходимости очистить радиатор от грязи.
- Проверить все терминалы на предмет повреждений.
- Затянуть все силовые терминалы.
- Проверить светодиодную индикацию. Сбросить и исправить все имеющиеся ошибки
- Проверить АКБ на предмет повреждений. В случае с открытыми АКБ, проверить уровень электролита и долить дистиллят по необходимости (последнее необходимо проверять более часто).
- Проверить заземление всех элементов.

Инспекция внутри терминального отсека TriStar-MPPT



Предупреждение: риск электрического шока

Перед снятием крышки терминального отсека контроллера необходимо отключить солнечные панели и питание от АКБ.

- Проверить все терминалы на предмет коррозии, поврежденной изоляции, признаков перегрева. Затянуть терминальные винты с соответствующим усилием.
- Проверить на предмет загрязнения, насекомых и коррозии. По необходимости очистить.

5.0 Коммуникационные возможности контроллера

5.1 Введение

Контроллер TriStar-MPPT предлагает несколько вариантов коммуникационных подключений: собственный протокол для сети MeterBus™, открытый стандартный протокол MODBUS™, а также MODBUS TCP/IP™ протокол для соединений RS-232, EIA-485 и сетей Ethernet. В дополнение к этому с контроллером могут быть использованы возможности HTTP, SMTP и SNMP для отображения информации о работе контроллера на интернет-странице, для отсылки электронных писем и сетевых сообщений.

Программное обеспечение Morningstar MSView™ позволяет удаленное наблюдение, настройку и запись данных через порты RS-232, EIA-485 и Ethernet. Программное обеспечение Morningstar MSView™ можно бесплатно скачать на сайте Morningstar: <http://www.morningstarcorp.com>

Стороннее программное обеспечение, поддерживающее протокол MODBUS™ может также быть использовано для работы с контроллером TriStar-MPPT.

Различные порты на контроллере могут быть использованы одновременно для передачи данных различных протоколов. Например, контроллер TriStar-MPPT может быть одновременно подключен к сети MeterBus™ для мониторинга системы на объекте, к интернету для удаленного мониторинга, а также через сеть EIA-485 к другим контроллерам для осуществления передачи данных в интернет по всем остальным контроллерам. Примечание: порты EIA-485 и RS-232 не могут быть использованы одновременно.

Таблица ниже показывает различные коммуникационные возможности контроллера TriStar-MPPT:

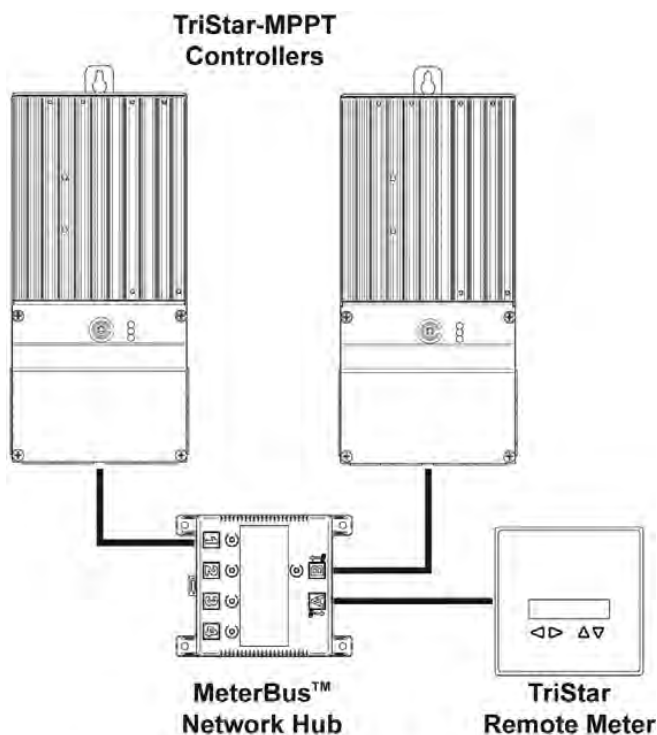
5.2 Протокол Morningstar MeterBus™

Собственный протокол Morningstar MeterBus™ позволяет обмен данными между продуктами Morningstar, поддерживающими данный протокол. Данный протокол может быть использован для:

- Отображение суммарной информации по работе системы с несколькими контроллерами TriStar и TriStar-MPPT*.
- Обмен данными с цифровым дисплеем TriStar Digital Meter 2 или TriStar Digital Remote Meter 2.
- Обмен данными с драйвером реле Morningstar RD-1 или другими продуктами Morningstar (см. раздел 2.5 для более детальной информации)

*необходимы Morningstar MeterBus HUB (HUB-1) и TriStar Digital Meter 2 или TriStar Digital Remote Meter 2, приобретаются отдельно.

Для создания сети с несколькими контроллерами Morningstar TriStar необходимо объединяющее устройство (хаб) MeterBus HUB-1. Порты HUB-1 электрически изолированы друг от друга для предотвращения выхода из строя оборудования при неисправностях в заземлении или при возникновении разности потенциалов между контроллерами. Рисунок ниже показывает пример сети MeterBus™ с двумя контроллерами и цифровым дисплеем TriStar Digital Remote Meter 2.



В сети MeterBus™ может работать одновременно до 5 контроллеров, соединенных на один HUB-1. Несколько устройств HUB-1 могут быть объединены «шлейфом» для подключения максимум 14 контроллеров и 1 цифрового дисплея.

5.3 Серийный порт RS-232

Серийный порт контроллера является стандартным 9-пинным изолированным портом RS-232. Для обмена данными по данному порту контроллер использует стандартный открытый протокол MODBUS™.

Серийный порт RS-232 используется для обмена данными между контроллером и компьютером для следующих целей:

- Программирование особенных пользовательских CUSTOM настроек напряжений заряда через программное обеспечение Morningstar VSView™
- Мониторинга работы системы в реальном времени с помощью программного обеспечения Morningstar VSView™
- Запись данных по работе системы с помощью программного обеспечения Morningstar VSView™
- Настройка Ethernet-соединений
- Обновление внутренней прошивки контроллера

Примечание:



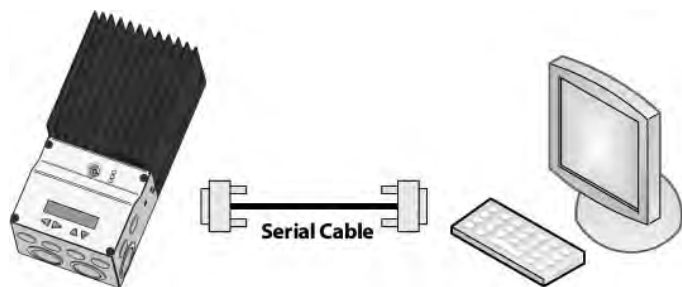
Порты RS-232 и EIA-485 не могут быть использованы одновременно.

Примечание:



Если подключаемый компьютер не оснащен портом RS-232, то необходимо приобрести переходник USB-SERIAL.

Серийное соединение через порт RS-232 идеально подойдет для программирования настроек контроллера или обмена данными между одним контроллером и компьютером при использовании программного обеспечения VSView™.



Установки серийного порта

- 9600 BAUD
- 8 data bits
- 1 или 2 stop bits
- no parity

Соединение по серийному порту RS-232 позволяет обмен данных между компьютером и контроллером. Обновление внутренней прошивки контроллера может быть осуществлено только через соединение RS-232. Обычно данный порт не используется для обмена данными в системах с несколькими контроллерами, объединенными в одну сеть. Однако это возможно с помощью USB-хаба и USB-serial кабелей. Более подробная информация в документе «Morningstar communications document» на сайте www.morningstarcorp.com

5.4 EIA-485 (RS-485)



Примечание:

Порт EIA-485 есть только на модели TriStar-MPPT-60.



Примечание:

Порты RS-232 и EIA-485 не могут быть использованы одновременно.

EIA-485 является стандартом для обмена данными по серийному порту между несколькими приборами, соединенными на одну шину. Контроллер TriStar-MPPT осуществляет обмен данными через сеть EIA-485 через стандартный открытый протокол MODBUS™. Соединение по EIA-485 используется для следующего:

- Объединение нескольких контроллеров TriStar-MPPT и компьютера в одну сеть для получения и записи данных по системе в реальном времени с помощью программного обеспечения MSView™.
- Программирование каждого подключенного контроллера для введения особенных пользовательских CUSTOM настроек напряжений заряда через программное обеспечение Morningstar VSView™
- Подключение других контроллеров Morningstar к контроллеру TriStar-MPPT, используя адаптер Morningstar RSC-1 (Serial-EIA-485, продается отдельно).
- Настройка моста между соединением Ethernet через контроллер TriStar-MPPT на сеть EIA-485.

Порт EIA-485 имеет 4 контакта: Питание, Data A, Data B, Земля. Контакты передачи данных Data A и Data B осуществляют передачу сетевых данных. Питание и Земля подают питание на сеть. Сам контроллер не питает сеть, поэтому необходим внешний источник питания 8-16 В постоянного тока. В 12-вольтовых системах питание может быть взято непосредственно с АКБ. Для систем с другим, более высоким номиналом питания можно подать через понижающий DC-DC конвертор.



Внимание: риск поломки оборудования:

Взятие питания с индивидуальной АКБ внутри системы из нескольких АКБ, соединенных последовательно приведет к разбалансу напряжений и выходу из строя АКБ. Всегда рекомендуется использование DC-DC конвертора для получения 12 В питания в системах с более высоким номиналом.

Более подробная информация в документе «Morningstar communications document» на сайте www.morningstarcorp.com

5.5 Ethernet



Примечание:

Ethernet есть только на модели TriStar-MPPT-60.



ВНИМАНИЕ: хакерская опасность

Контроллер TriStar-MPPT не имеет встроенной функции сетевой безопасности. Ответственность сетевого администратора принять надлежащие меры для предотвращения несанкционированного доступа.

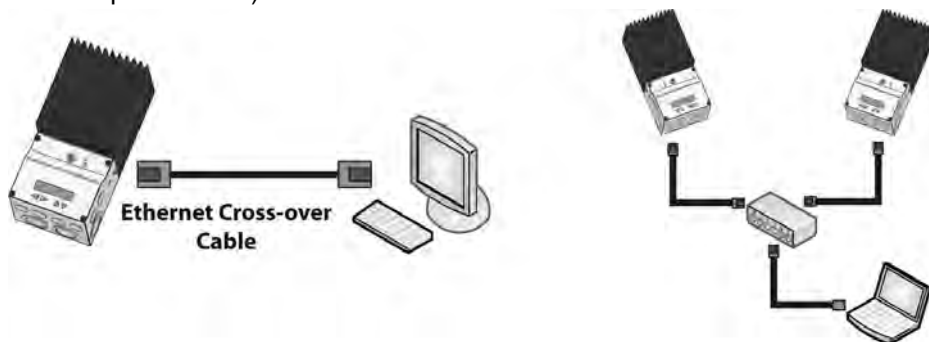
Порт Ethernet контроллера TriStar-MPPT поддерживает протоколы HTTP, MODBUS TCP/IP™, SMTP и SMNP для создания и поддержки веб-интерфейса между контроллером и либо сетью LAN/WAN, либо интернетом. Некоторый далеко не полный список возможности данной функции контроллера:

- Программирование каждого подключенного контроллера для введения особенных пользовательских CUSTOM настроек напряжений заряда через программное обеспечение Morningstar VSView™
- Удаленный мониторинг работы контроллера через интернет.
- внесение изменений в настройки контроллера через интернет.
- Запись истории функционирования системы и удаленный мониторинг работы с помощью программного обеспечения MSView™ из любой точки через интернет.
- Создание веб-сайтов для показа данных по работе удаленной системы.
- Рассылка электронных сообщений об ошибках, предупреждениях и других установленных пользователем событиях.
- Мониторинг и получение сообщений по сети SNMP.

Данный раздел дает только самые общие сведения по сетевым возможностям контроллера TriStar-MPPT. Более подробная информация в документе «Morningstar communications document» на сайте www.morningstarcorp.com

Информация по подключению контроллера к сети

Подключение контроллера TriStar-MPPT к Ethernet-сети (LAN/WAN) или напрямую к компьютеру осуществляется с помощью Ethernet-кроссовер кабеля (витая пара CAT-5 или CAT-5e с коннекторами RJ-45).



Сетевые установки по умолчанию:

DHCP	enabled
Live View Web Address	http://tsmppt + serial number **
IP	192.168.1.253 (if DHCP is not enabled)
Subnet Mask	255.255.255.0
Gateway	192.168.1.1
Primary DNS Server	169.254.1.1
MODBUS TCP/IP™ Port	502

** адрес Live View уникален для каждого контроллера и содержит его серийный номер, например, <http://tsmppt09501234>. Адрес Live View напечатан на стикере с серийным номером на контроллере.

MAC-адрес контроллера напечатан на наклейке с серийным номере на корпусе контроллера.

Состояние	Зеленый индикатор	Желтый индикатор
Сеть подключена и работает	Горит	Не горит
Идет обмен данными	Горит	Мигает
Ошибка	Не горит	Горит

Веб-страницы

Подключите контроллер к интернету через кабель Ethernet и подождите 5-10 минут, пока контроллер подключится к сети. Откройте браузер на компьютере, который также находится в сети интернет. Введите адрес Live View контроллера в адресной строке, после чего должна загрузиться страница контроллера со ссылками на страницы с информацией по его работе в реальном времени, а также по сетевым настройкам.

Интернет-страницы, которые предоставляет контроллер являются идеальным способом быстро получить основную информацию по его работе и скорректировать его сетевые настройки. Минусом является то, что вид этих страниц невозможно изменить. Также невозможно отобразить информацию по нескольким контроллерам на одной странице. Для этих целей необходимо создать отдельные пользовательские веб-страницы, которые будут доступны на веб-сервере. Примеры таких страниц есть на сайте www.morningstarcorp.com.

Пользовательские настройки

Программное обеспечение Morningstar MSView™, подраздел TriStar-MPPT Setup Wizard, позволяет настроить рабочие параметры контроллера TriStar-MPPT. Для этого компьютер может быть подключен к контроллеру через Ethernet сеть или через серийный порт RS-232.

Электронная почта и SMS-оповещения

Функция отсылки электронных писем и SMS-оповещений может быть использована в следующих случаях:

- Возникновение ошибки в результате самодиагностики.
- Возникновение предупреждения в результате самодиагностики.
- Возникновение запрограммированного события (например, АКБ разрядилась до 46 В).

Через программное обеспечение Morningstar MSView™ можно задать до 4 событий, которые станут триггером для отсылки сообщений.

Просмотр записанных данных

Контроллер TriStar-MPPT хранит данные по основным параметрам работы в течение 128 дней. Параметры записываемой информации можно изменять на веб-странице настроек.

SNMP

При использовании в промышленных и телеком-ориентированных проектах контроллер TriStar-MPPT может находиться в сети SNMP в качестве агента, поддерживая следующие команды:

- TRAP
- GET
- GETNEXT

Ссылка на файл *.mib (management information base file) доступна с веб-страницы TriStar-MPPT Live View Network Settings.

6.0 Проблемы и решения

Проблемы, связанные с зарядом АКБ и функционированием контроллера

Проблема

Нет никакой индикации, контроллер не работает.

Решение

Используя мультиметр, проверьте напряжение на терминалах АКБ контроллера. Напряжение должно быть не менее 8 В постоянного тока. Если напряжение от 8 В до 72 В постоянного тока, но контроллер не подает признаков жизни, необходим его ремонт. Если напряжение отсутствует, проверьте соединения, выключатели, предохранители, состояние кабелей и АКБ.

Проблема

TriStar-MPPT не заряжает АКБ.

Решение

Проверьте светодиоды заряда АКБ. Если они мигают в какой-либо последовательности, то см. раздел 4.4 для информации об ошибках. Если подключен цифровой дисплей TriStar Meter 2, экран диагностики поможет разобраться в причине ошибки или предупреждения.

Если светодиоды не показывают состояние ошибки или предупреждения, то необходимо проверить соединения, выключатели, предохранители, состояние кабелей АКБ и солнечных панелей, состояние АКБ. Используя мультиметр, замерьте напряжение на терминалах солнечных панелей контроллера. Напряжение по входу от солнечных панелей должно быть выше напряжения АКБ для того, чтобы контроллер мог начать процесс заряда.



Примечание:

Для более детальной диагностики контроллера с сайта www.morningstarcorp.com можно скачать документ по диагностике контроллера «TriStar-MPPT Testing Document».

Проблемы с сетью и обменом данных

Проблема

Нет подключения по порту RS-232.

Решение

Проверьте следующее:

- RS-232 кабель прямой, а не кроссовер.
- В случае использования адаптера Serial-USB проверьте, что установлено программное обеспечение и серийный COM-порт присутствует. Проверьте индикатор активности на USB-адаптере (если такой индикатор имеется). Если активность не показывается, то выбран неправильный COM-порт или возникла ошибка конфигурации USB-адаптера.
- По умолчанию MODBUS ID контроллера = 1. Проверьте, что программное обеспечение компьютера настроено на обмен данными с корректным ID.

Проблема

Нет подключения по порту EIA-485.

Решение

Проверьте следующее:

- Порт RS-232 не должен использоваться. Порты EIA-485 и RS-232 не могут использоваться одновременно.
- Адаптер RSC-1, используемый для соединения компьютера с портом EIA-485, показывает зеленый постоянно горящий светодиодный индикатор и пульсирующий красный во время попытки установить связь.
- Каждый контроллер или любой другой прибор в сети EIA-485 должен иметь уникальный MODBUS ID.
- Серийный кроссовер-кабель должен быть использован для соединения компьютера с контроллером через адаптер RSC-1. Прямой кабель не подходит.
- Подается питание на контактах Power (Питание) и Ground (Заземление). Необходимое напряжение 7-16 В постоянного тока.
- Все шинные соединения в порядке и каждый терминал соединен параллельно: А на А, В на В и т.д.

Проблема

Нет подключения через Ethernet

Решение

Обратитесь к документу «Morningstar communications document» на сайте www.morningstarcorp.com.

8.0 Техническая спецификация

Электрические характеристики

Характеристика	TriStar-MPPT-45-150V	TriStar-MPPT-60-150V
Номинальное напряжение системы	12, 24, 36 или 48 В постоянного тока	
Максимальный ток заряда АКБ	45 А	60 А
Максимальное напряжение солн. панелей	150 В постоянного тока	
Диапазон напряжения питания от АКБ	8 – 72 В постоянного тока	
Максимальная номинальная мощность по входу		
12 В	600 Вт	800 Вт
24 В	1200 Вт	1600 Вт
48 В	2400 Вт	3200 Вт
Точность показаний напряжения	12 / 24 В: $\leq 0,1\% \pm 50 \text{ мВ}$; 48 В: $\leq 0,1\% \pm 100 \text{ мВ}$	
Собственное потребление	1,3 – 2,7 Вт	
Защита от перегрузки	4500 Вт / порт	

Заряд АКБ

Характеристика	TriStar-MPPT-45-150V	TriStar-MPPT-60-150V
Алгоритм заряда	4-стадийный	
Стадии заряда	Заряд, поглощение, поддержка, выравнивание	
Коэффициент температурной компенсации	-5 мВ / °С / Элемент (@25°C)	
Диапазон температурной компенсации	-30°C до +80°C	
Температурно-компенсируемые напряжения	Поглощение, Поддержка, Выравнивание, Отключение HiVolt	

Таблица точек напряжений стадий заряда (показаны для 12-В номинала):

Settings Switches	Battery Type	Absorp. Stage	Float Stage	Equalize Stage	Absorp. Time	Equalize Time	Equalize Timeout	Equalize Interval
sw: 4-5-6		Volts	Volts	Volts	Minutes	Minutes	Minutes	Days
off-off-off	1 - Sealed*	14.00	13.70		150			
off-off-on	2 - Sealed*	14.15	13.70	14.40	150	60	120	28
off-on-off	3 - Sealed*	14.30	13.70	14.60	150	60	120	28
off-on-on	4 - AGM/Flooded	14.40	13.70	15.10	180	120	180	28
on-off-off	5 - Flooded	14.60	13.50	15.30	180	120	180	28
on-off-on	6 - Flooded	14.70	13.50	15.40	180	180	240	28
on-on-off	7 - L-16	15.40	13.40	16.00	180	180	240	14
on-on-on	8 - Custom	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom	Custom

Sealed = герметичные АКБ: AGM и GEL, *Flooded* = открытые АКБ
Custom = настраиваемый пользователем

Индикация статуса АКБ

Светодиодная индикация	Статус заряда АКБ
ЗЕЛ мигает с интервалом 0,5 с	Стадия выравнивания
ЗЕЛ мигает с интервалом 0,5 с	Стадия поглощения
ЗЕЛ мигает с интервалом 2,0 с	Стадия поддержки
ЗЕЛ горит	$13,3 \text{ В} \leq \text{Напряжение АКБ}$
ЗЕЛ + ЖЕЛ горят	$13,0 \text{ В} \leq \text{Напряжение АКБ} \leq 13,3 \text{ В}$
ЖЕЛ горит	$12,7 \text{ В} \leq \text{Напряжение АКБ} \leq 13,0 \text{ В}$
ЖЕЛ + КРА горят	$12,0 \text{ В} \leq \text{Напряжение АКБ} \leq 12,7 \text{ В}$
КРА горит	Напряжение АКБ < 12,0 В

Механическая спецификация

Физические размеры	291 x 130 x 142 (высота x ширина x глубина в мм)
Вес контроллера без упаковки	4,14 кг
Вес упаковки с 2-мя контроллерами	11,6 кг
Минимальное сечение силовых кабелей	2,5 мм ² (14 AWG)
Максимальное сечение силовых кабелей	35 мм ² (2 AWG)
Рекомендуемое усилие затягивания	5,65 Нм
Диаметр отверстий	M20
Монтаж	только на вертикальной поверхности

Спецификация по условиям эксплуатации

Диапазон температур эксплуатации	-40°C до +45°C
Диапазон температур хранения	-55°C до +100°C
Допустимая влажность атмосферы	100 %
Тип защиты корпуса	IP20 для использования внутри помещений

Защита

- Отключение при превышении напряжения на солнечных панелях (с обратным включением)
- Отключение при превышении напряжения на АКБ (с обратным включением)
- Отключение при перегреве (с обратным включением)

9.0 Приложения

Автоматическое снижение тока

График зависимости силы тока заряда (ось Y, Амперы) от входящего напряжения (ось X, Вольты) от солнечных панелей:

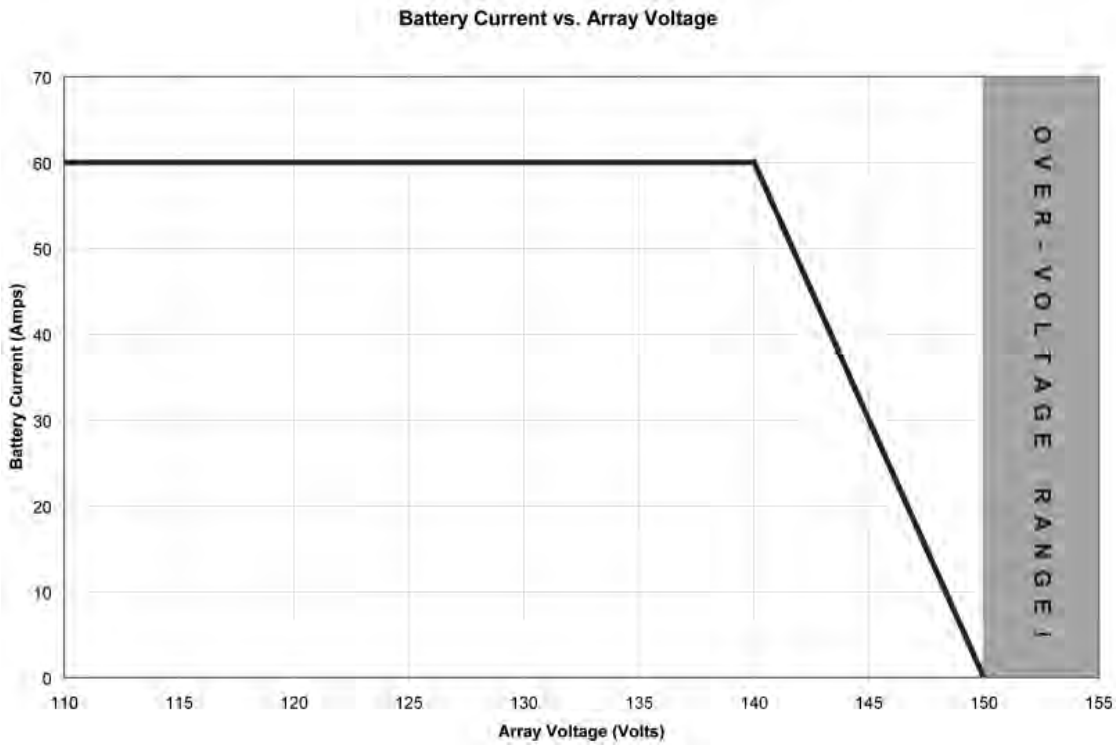
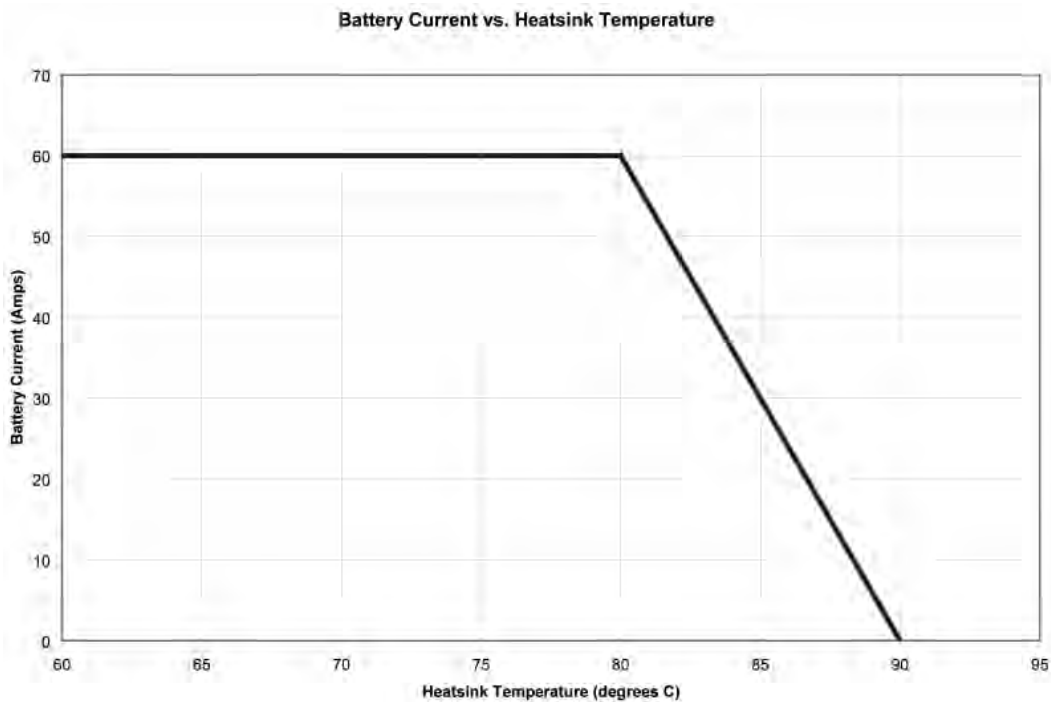
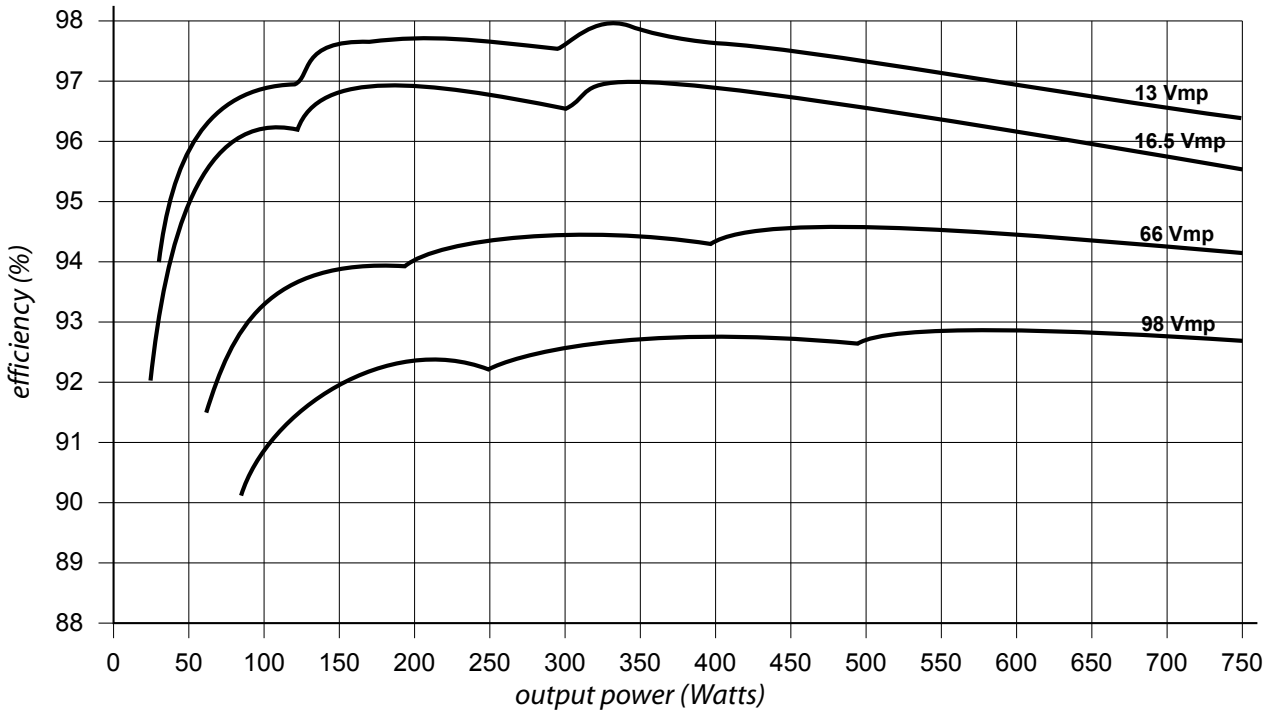


График зависимости силы тока заряда (ось Y, Амперы) от температуры радиатора (ось X, °C):



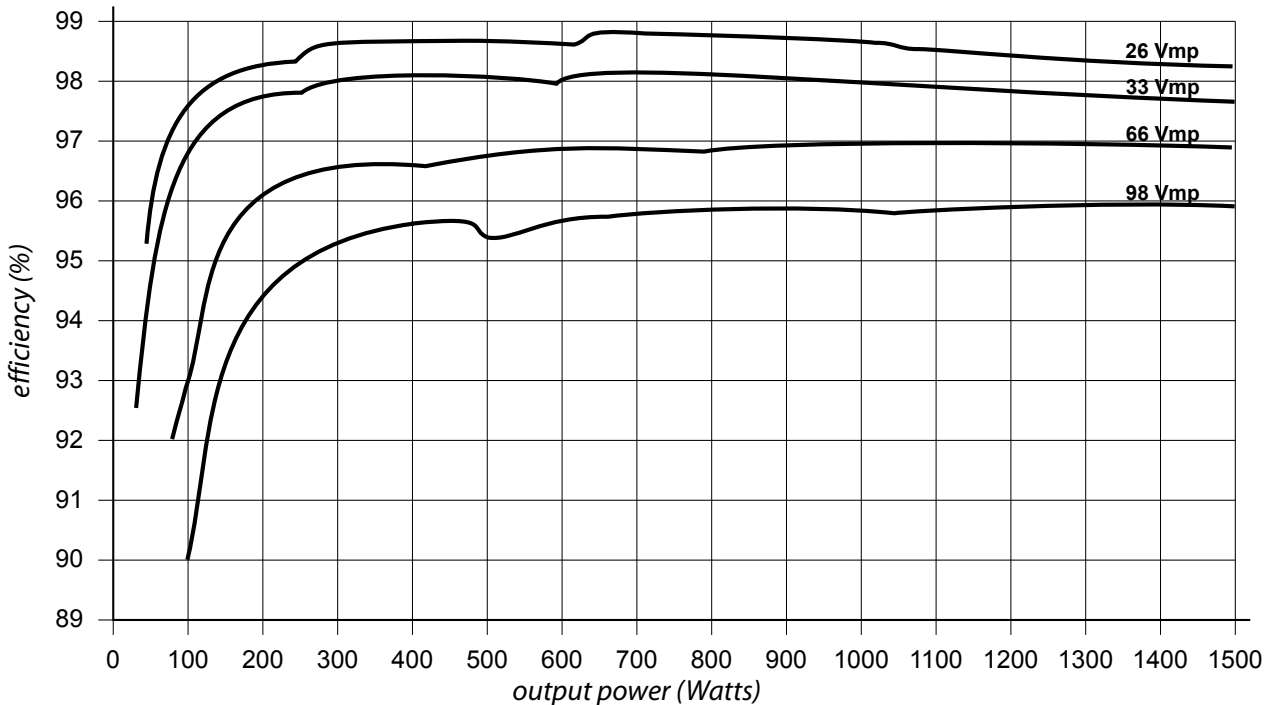
Графики эффективности

TriStar MPPT 12 Volt Efficiency



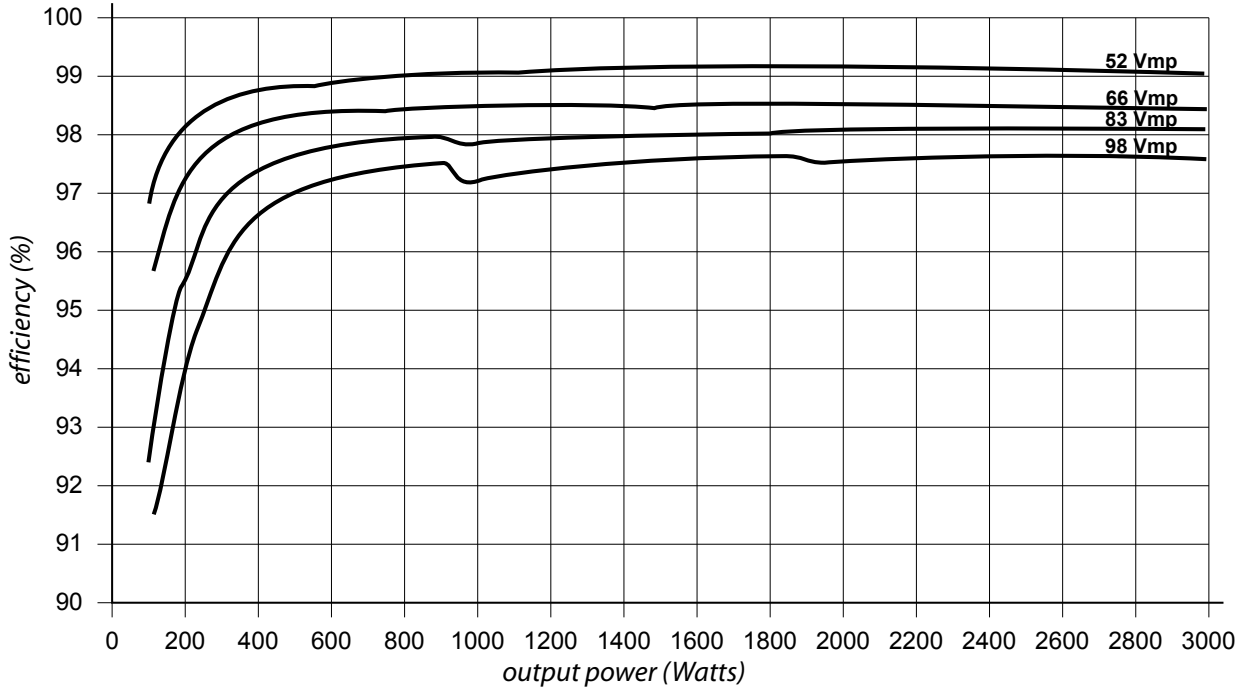
Battery @ 12.8 V, 25 C ambient, firmware ver. 08 or later

TriStar MPPT 24 Volt Efficiency



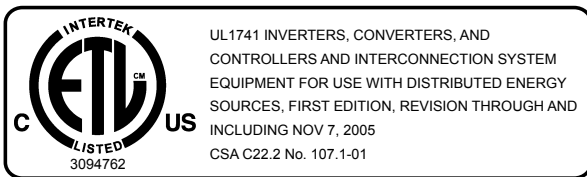
Battery @ 25.6 V, 25 C ambient, firmware ver. 08 or later

TriStar MPPT 48 Volt Efficiency



Battery @ 51.2 V, 25 C ambient, firmware ver. 08 or later

Сертификация



EMC Directives

- Immunity: EN61000-6-2:1999
- Emissions: EN55022:1994 with A1 and A3 Class B1
- Safety: EN60335-1 and EN60335-2-29 (battery chargers)

Таблица 2% допустимого падения напряжения на силовом кабеле
Стандартный мягкий многожильный медный кабель с температурной характеристикой 75°С:
1-Way Wire Distance (meters), 12 Volt System

Wire Size (mm ²)	60 Amps	55 Amps	50 Amps	45 Amps	40 Amps	35 Amps	30 Amps	25 Amps	20 Amps	15 Amps
70 **	6.83	7.45	8.20	9.11	10.24	11.71	13.66	16.39	20.49	27.32
50 **	5.41	5.91	6.50	7.22	8.12	9.28	10.83	12.99	16.24	21.65
35	3.40	3.71	4.08	4.54	5.11	5.84	6.81	8.17	10.21	13.62
25	2.14	2.34	2.57	2.86	3.22	3.68	4.29	5.15	6.43	8.58
16	1.35	1.47	1.61	1.79	2.02	2.31	2.69	3.23	4.04	5.38
10	0.85	0.93	1.02	1.13	1.27	1.46	1.70	2.04	2.55	3.40
6	0.53	0.58	0.64	0.71	0.80	0.91	1.07	1.28	1.60	2.13
4	0.33	0.36	0.40	0.44	0.50	0.57	0.67	0.80	1.00	1.33
2.5	0.21	0.23	0.25	0.28	0.32	0.36	0.42	0.50	0.63	0.84

Table 8-2. Maximum 1-way wire distance for 12 Volt systems, solid copper, 2% voltage drop

Стандартный жесткий медный кабель с температурной характеристикой 75°С:
1-Way Wire Distance (meters), 12 Volt System

Wire Size (mm ²)	60 Amps	55 Amps	50 Amps	45 Amps	40 Amps	35 Amps	30 Amps	25 Amps	20 Amps	15 Amps
70 **	8.47	9.24	10.17	11.30	12.71	14.53	16.95	20.34	25.42	33.90
50 **	6.72	7.33	8.06	8.96	10.08	11.52	13.44	16.13	20.16	26.88
35	4.23	4.61	5.07	5.63	6.34	7.24	8.45	10.14	12.68	16.90
25	2.66	2.90	3.19	3.54	3.99	4.56	5.32	6.38	7.97	10.63
16	1.67	1.82	2.01	2.23	2.51	2.87	3.34	4.01	5.01	6.69
10	1.05	1.15	1.26	1.40	1.58	1.80	2.10	2.52	3.15	4.21
6	0.66	0.72	0.79	0.88	0.99	1.13	1.32	1.59	1.98	2.64
4	0.42	0.45	0.50	0.55	0.62	0.71	0.83	1.00	1.25	1.66
2.5	0.26	0.29	0.31	0.35	0.39	0.45	0.52	0.63	0.78	1.05

Table 8-4. Maximum 1-way wire distance for 12 Volt systems, solid copper, 2% voltage drop

Стандартный мягкий многожильный медный кабель с температурной характеристикой 90°С:
1-Way Wire Distance (meters), 12 Volt System

Wire Size (mm ²)	60 Amps	55 Amps	50 Amps	45 Amps	40 Amps	35 Amps	30 Amps	25 Amps	20 Amps	15 Amps
70 **	6.83	7.45	8.20	9.11	10.24	11.71	13.66	16.39	20.49	27.32
50 **	5.41	5.91	6.50	7.22	8.12	9.28	10.83	12.99	16.24	21.65
35	3.40	3.71	4.08	4.54	5.11	5.84	6.81	8.17	10.21	13.62
25	2.14	2.34	2.57	2.86	3.22	3.68	4.29	5.15	6.43	8.58
16	1.35	1.47	1.61	1.79	2.02	2.31	2.69	3.23	4.04	5.38
10	0.85	0.93	1.02	1.13	1.27	1.46	1.70	2.04	2.55	3.40
6	0.53	0.58	0.64	0.71	0.80	0.91	1.07	1.28	1.60	2.13
4	0.33	0.36	0.40	0.44	0.50	0.57	0.67	0.80	1.00	1.33
2.5	0.21	0.23	0.25	0.28	0.32	0.36	0.42	0.50	0.63	0.84

Table 8-6. Maximum 1-way wire distance for 12 Volt systems, stranded copper, 2% voltage drop

Стандартный жесткий медный кабель с температурной характеристикой 90°C:

1-Way Wire Distance (meters), 12 Volt System

Wire Size (mm ²)	60 Amps	55 Amps	50 Amps	45 Amps	40 Amps	35 Amps	30 Amps	25 Amps	20 Amps	15 Amps
70 **	8.47	9.24	10.17	11.30	12.71	14.53	16.95	20.34	25.42	33.90
50 **	6.72	7.33	8.06	8.96	10.08	11.52	13.44	16.13	20.16	26.88
35	4.23	4.61	5.07	5.63	6.34	7.24	8.45	10.14	12.68	16.90
25	2.66	2.90	3.19	3.54	3.99	4.56	5.32	6.38	7.97	10.63
16	1.67	1.82	2.01	2.23	2.51	2.87	3.34	4.01	5.01	6.69
10	1.05	1.15	1.26	1.40	1.58	1.80	2.10	2.52	3.15	4.21
6	0.66	0.72	0.79	0.88	0.99	1.13	1.32	1.59	1.98	2.64
4	0.42	0.45	0.50	0.55	0.62	0.71	0.83	1.00	1.25	1.66
2.5	0.26	0.29	0.31	0.35	0.39	0.45	0.52	0.63	0.78	1.05

Table 8-8. Maximum 1-way wire distance for 12 Volt systems, solid copper, 2% voltage drop

Примечания:

- Дистанция дана для одного кабеля в одну сторону для системы номиналом 12 В
- Для 24-вольтовых систем значения x2
- Для 48-вольтовых систем значения x4
- Затененные ячейки означают превышение допустимого тока при соответствующей температуре

Wire Ampacity* Key	
	Exceeds wire ampacity at 60°C ambient temperature
	Exceeds wire ampacity at 50°C ambient temperature
	Exceeds wire ampacity at 40°C ambient temperature
	Exceeds wire ampacity at 30°C ambient temperature