Код материала: 104556

Серия ML с отслеживанием точки максимальной мощности (MPPT)

ML2420–ML2430–ML2440

Солнечный контроллер заряда и разряда

Руководство пользователя



Модель	ML2420	ML2430	ML2440
Напряжение АКБ	12 В / 24 В		
Макс. напряжение солнечной панели	100 В (25 °C), 90 В (−25 °C)		
Ток заряда	20 A	30 A	40 A
Ток разряда	20 A		

Версия: 1.06

Приведённая информация может быть изменена без предварительного уведомления.

Уважаемые пользователи!

Благодарим вас за выбор нашего изделия!

Указания по безопасности

1. Контроллер работает с напряжениями, превышающими безопасный для человека предел. Не приступайте к эксплуатации до внимательного изучения настоящего руководства и прохождения обучения безопасной работе.

2. Внутри контроллера нет узлов, требующих технического обслуживания или ремонта пользователем. Не пытайтесь разбирать или ремонтировать контроллер.

3. Устанавливайте контроллер в помещении; защищайте его компоненты от внешнего воздействия и попадания воды.

4. Во время работы радиатор может нагреваться до очень высокой температуры. Устанавливайте контроллер в хорошо проветриваемом месте.

5. Рекомендуется установить внешний предохранитель или автоматический выключатель.

6. Перед монтажом и подключением контроллера обязательно отключите фотоэлектрический массив и разомкните цепь предохранителя или автоматического выключателя возле клемм аккумулятора.

7. После монтажа проверьте прочность и надёжность всех соединений: ослабленные контакты могут привести к опасному перегреву.



Предупреждение: операция опасна; перед её выполнением необходимо принять соответствующие меры предосторожности.

Примечание: операция может привести к повреждениям.



Совет: рекомендация или указание для пользователя.

Содержание

1. Введение 03

1.1 Обзор изделия 03

1.2 Особенности изделия 03

1.3 Внешний вид и интерфейсы 04

1.4 Технология отслеживания точки максимальной мощности 04

1.5 Стадии заряда 06

2. Монтаж изделия 07

2.1 Меры предосторожности при монтаже 07

2.2 Требования к проводам 08

2.3 Монтаж и подключение 08

3. Работа и индикация контроллера 11

3.1 Светодиодные индикаторы 11

3.2 Кнопки управления 12

3.3 Запуск и основной экран ЖК-дисплея 12

3.4 Настройка режима нагрузки 13

3.5 Настройка параметров системы 14

4. Защитные функции и обслуживание системы 15

4.1 Защитные функции 15

4.2 Обслуживание системы 16

4.3 Индикация неисправностей и предупреждения 16

5. Технические характеристики 17

5.1 Электрические параметры 17

5.2 Параметры по умолчанию для разных типов АКБ (настраиваются в программе мониторинга) 18

6. Кривые КПД преобразования 19

6.1 КПД преобразования в системе 12 В 19

6.1 КПД преобразования в системе 24 В 19

7. Габаритные размеры 20

1. Введение

1.1 Обзор изделия

• Изделие непрерывно контролирует мощность солнечной панели и в реальном времени отслеживает наибольшие значения напряжения и тока (VI), обеспечивая заряд аккумулятора с максимальной мощностью. Оно предназначено для автономных фотоэлектрических систем и согласует работу солнечной панели, аккумулятора и нагрузки, выполняя функции центрального блока управления.

• LCD-экран динамически отображает рабочее состояние, рабочие параметры, журналы контроллера, параметры управления и другую информацию. Кнопки позволяют удобно просматривать параметры и изменять настройки управления в соответствии с требованиями системы.

• Стандартный протокол связи Modbus позволяет пользователю самостоятельно просматривать и изменять параметры системы. Бесплатное программное обеспечение для мониторинга обеспечивает удобное решение различных задач дистанционного контроля.

• Встроенные средства электронной самодиагностики неисправностей и эффективные функции электронной защиты максимально снижают риск повреждения компонентов из-за ошибок монтажа или отказов системы.

1.2 Особенности изделия

• Усовершенствованная технология отслеживания двух или нескольких пиков позволяет точно находить точку максимальной мощности даже при затенении солнечной панели или отказе её части, когда на характеристике I-V возникают несколько пиков.

• Встроенный алгоритм MPPT значительно повышает эффективность использования энергии фотоэлектрической системы и увеличивает эффективность заряда на 15–20% по сравнению с традиционным PWM.

• Сочетание нескольких алгоритмов отслеживания позволяет за очень короткое время точно находить оптимальную рабочую точку характеристики I-V.

• Максимальная эффективность слежения MPPT достигает 99,9%.

• Современные цифровые технологии питания обеспечивают КПД преобразования энергии схемы до 98%.

• Предусмотрены программы заряда для аккумуляторов различных типов: гелевых, герметизированных, открытого типа, литиевых и других.

• Контроллер поддерживает заряд с ограничением тока. Если мощность солнечной панели превышает определённый уровень и зарядный ток становится выше номинального, контроллер автоматически снижает мощность заряда, ограничивая ток номинальным значением.

• Поддерживается запуск ёмкостных нагрузок с кратковременным большим пусковым током.

• Поддерживается автоматическое определение напряжения аккумулятора.

• LED-индикаторы неисправностей и LCD-экран с информацией об отклонениях позволяют быстро выявлять неисправности системы.

• Предусмотрено сохранение истории данных на срок до одного года.

• LCD-экран позволяет просматривать рабочие данные и состояния устройства, а также изменять параметры контроллера.

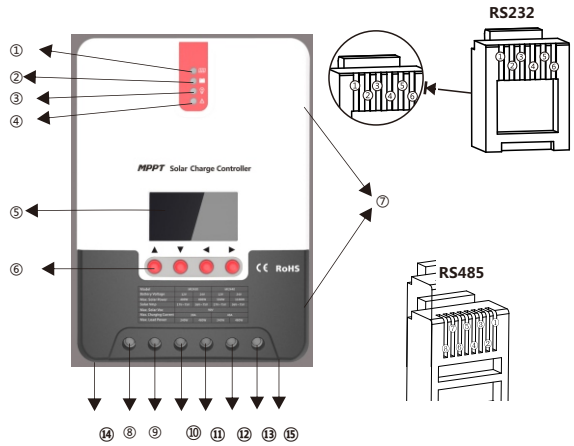
• Поддерживается стандартный протокол Modbus для связи в различных условиях применения.

• Встроенная защита от перегрева: при превышении заданной температуры зарядный ток линейно уменьшается с ростом температуры, ограничивая нагрев и предотвращая повреждение контроллера.

• Температурная компенсация автоматически корректирует параметры заряда и разряда для увеличения срока службы аккумулятора.

• Грозозащита TVS.

1.3 Внешний вид и интерфейсы



№	Назначение
①	Передающий контакт TX
②	Принимающий контакт RX
③	Общий провод питания / сигнальная земля
④	Общий провод питания / сигнальная земля
⑤	Плюс питания
⑥	Плюс питания

№	Назначение	№	Назначение
①	Плюс питания	⑤	NC
②	D+	⑥	NC
③	D-	⑦	NC
④	Земля питания / сигнала	⑧	NC

Рис. 1-1. Внешний вид изделия и интерфейсы

№	Элемент	№	Элемент
①	Индикатор заряда	⑩	Клемма «+» аккумулятора
②	Индикатор аккумулятора	⑪	Клемма «−» аккумулятора
③	Индикатор нагрузки	⑫	Клемма «+» нагрузки
④	Индикатор неисправности	⑬	Клемма «−» нагрузки
⑤	LCD-экран	⑭	Интерфейс внешнего датчика температуры
⑥	Кнопки управления	⑮	Интерфейс связи RS232/RS485
⑦	Монтажное отверстие		
⑧	Клемма «+» солнечной панели		
⑨	Клемма «−» солнечной панели		

1.4 Технология отслеживания точки максимальной мощности

Отслеживание точки максимальной мощности (MPPT) — усовершенствованная технология заряда, позволяющая получать от солнечной панели больше мощности за счёт регулирования режима работы электрического модуля. Из-за нелинейности фотоэлектрических массивов на их характеристиках существует точка максимальной отдаваемой мощности. Обычные контроллеры, использующие коммутационную технологию и PWM, не могут непрерывно удерживать эту точку при заряде аккумулятора и потому не используют всю доступную мощность солнечной панели. Контроллер MPPT непрерывно отслеживает точку максимальной мощности массива, получая наибольшую мощность для заряда аккумулятора.

Рассмотрим систему 12 В. Напряжение солнечной панели в точке максимальной мощности (Vpp) составляет около 17 В, а напряжение аккумулятора — около 12 В. При заряде обычным контроллером напряжение панели остаётся около 12 В, поэтому максимальная мощность не достигается. Контроллер MPPT решает эту задачу, в реальном времени регулируя входные напряжение и ток солнечной панели для получения максимальной входной мощности.

По сравнению с обычными PWM-контроллерами контроллер MPPT полнее использует максимальную мощность солнечной панели и обеспечивает больший зарядный ток. Как правило, эффективность использования энергии повышается на 15–20%.

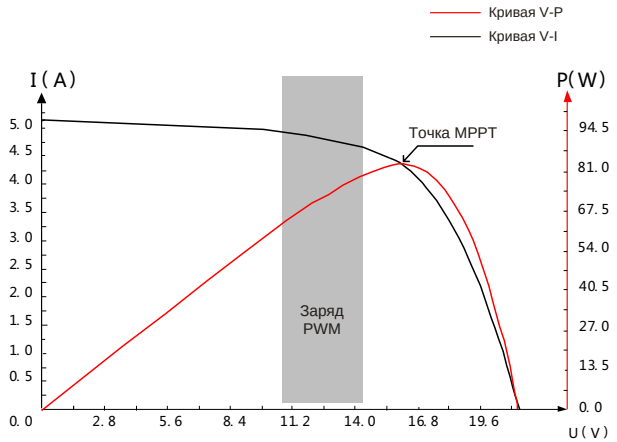


Рис. 1-2. Выходная характеристика солнечной панели

Из-за изменений температуры окружающей среды и освещённости точка максимальной мощности часто смещается. Контроллер MPPT в реальном времени корректирует параметры с учётом этих условий, постоянно поддерживая работу системы вблизи точки максимальной мощности. Процесс полностью автоматический и не требует вмешательства пользователя.

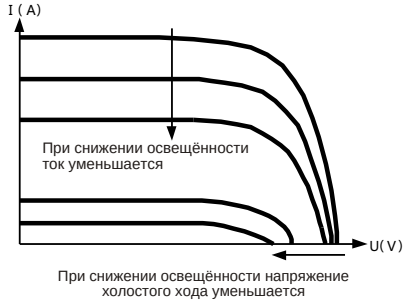


Рис. 1-3. Зависимость выходных характеристик солнечной панели от освещённости

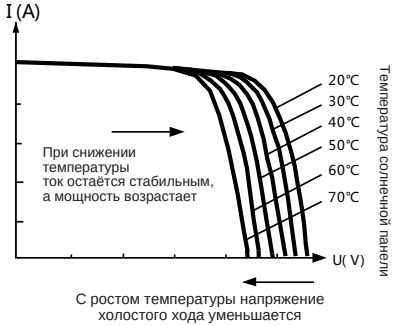


Рис. 1-4. Зависимость выходных характеристик солнечной панели от температуры

1.5 Стадии заряда

MPPT — одна из стадий заряда. Для полного заряда аккумулятора её необходимо сочетать с повышенным зарядом (BOOST), поддерживающим, выравнивающим и другими режимами. Полный цикл включает быстрый заряд, заряд при постоянном напряжении и поддерживающий заряд. Графики приведены ниже.

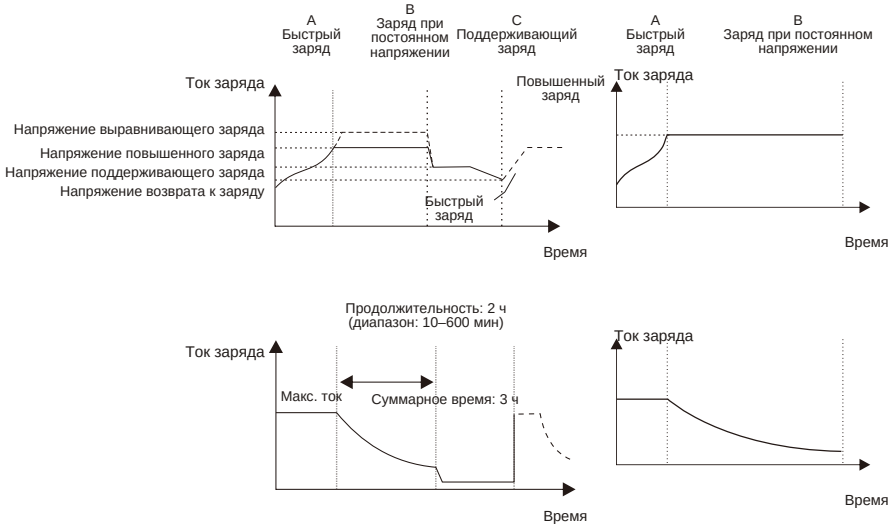


Рис. 1-5. Стадии заряда аккумулятора SLD

Рис. 1-6. Стадии заряда аккумулятора LI

a) Быстрый заряд

На стадии быстрого заряда напряжение аккумулятора ещё не достигло заданного напряжения полного заряда (то есть выравнивающего или повышенного заряда). Поэтому контроллер заряжает аккумулятор в режиме MPPT, используя максимальную солнечную мощность. Когда напряжение аккумулятора достигает заданного значения, начинается заряд при постоянном напряжении.

b) Заряд при постоянном напряжении

Когда напряжение аккумулятора достигает заданного значения для этой стадии, контроллер переходит к заряду при постоянном напряжении. Режим MPPT при этом не применяется, а зарядный ток постепенно уменьшается. Эта стадия включает две подстадии — выравнивающий и повышенный заряд. Они не выполняются повторно в одном цикле; выравнивающий заряд включается один раз в 30 дней.

> Повышенный заряд (BOOST)

По умолчанию повышенный заряд обычно длится 2 ч. Пользователь может изменить его продолжительность и заданное напряжение в соответствии с фактическими потребностями. По истечении заданного времени система переходит к поддерживающему заряду.

› Выравнивающий заряд

▲ Предупреждение: опасность взрыва!
При выравнивающем заряде свинцово-кислотный аккумулятор открытого типа может выделять взрывоопасный газ. Поэтому аккумуляторный отсек должен хорошо вентилироваться.

▲ Примечание: опасность повреждения оборудования!
При выравнивающем заряде напряжение аккумулятора может повыситься до уровня, опасного для чувствительных нагрузок постоянного тока. Убедитесь, что допустимое входное напряжение всех нагрузок системы выше заданного напряжения выравнивающего заряда аккумулятора.

▲ Примечание: опасность повреждения оборудования!
Перезаряд или чрезмерное газовыделение могут повредить пластины аккумулятора и вызвать осыпание активной массы. Слишком высокое напряжение или слишком большая продолжительность выравнивающего заряда могут привести к повреждению. Внимательно изучите фактические требования аккумулятора, используемого в системе.

Для некоторых типов аккумуляторов полезен регулярный выравнивающий заряд: он перемешивает электролит, выравнивает напряжение аккумулятора и завершает электрохимическую реакцию. При этом напряжение аккумулятора повышается выше стандартного напряжения питания и происходит газовыделение в электролите. Если контроллер автоматически переводит аккумулятор в режим выравнивающего заряда, его продолжительность составляет 120 минут (по умолчанию). Во избежание чрезмерного газовыделения или перегрева аккумулятора выравнивающий и повышенный заряд не повторяются в пределах одного полного цикла заряда.

Примечание:
1) Если из-за условий установки или подключённых нагрузок система не может непрерывно поддерживать напряжение аккумулятора на постоянном уровне, контроллер запускает отсчёт времени. Через 3 часа после достижения заданного напряжения аккумулятора система автоматически переходит к выравнивающему заряду.
2) Если часы контроллера не откалиброваны, он выполняет регулярный выравнивающий заряд по своим внутренним часам.

› Поддерживающий заряд

После завершения стадии заряда при постоянном напряжении контроллер переходит к поддерживающему заряду: уменьшает ток, снижая напряжение аккумулятора, и удерживает его на заданном уровне поддерживающего заряда. При этом аккумулятор заряжается очень малым током для сохранения полного заряда. На этой стадии нагрузкам доступна почти вся мощность солнечных панелей. Если нагрузка потребляет больше мощности, чем может выработать солнечная панель, контроллер не сможет поддерживать напряжение аккумулятора на уровне поддерживающего заряда. Когда напряжение снизится до заданного порога возврата к повышенному заряду, система выйдет из поддерживающего режима и вновь перейдёт к быстрому заряду.

2. Монтаж изделия

2.1 Меры предосторожности при монтаже

• Соблюдайте особую осторожность при установке аккумулятора. При монтаже свинцово-кислотных аккумуляторов открытого типа надевайте защитные очки. При попадании кислоты немедленно промойте поражённое место водой.
• Во избежание короткого замыкания не размещайте металлические предметы рядом с аккумулятором.
• При заряде аккумулятора могут выделяться кислотные газы; обеспечьте хорошую вентиляцию.
• Не допускайте огня и искр рядом с аккумулятором: он может выделять горючий газ.
• При установке аккумулятора на открытом воздухе защитите его от прямого солнечного света и попадания дождевой воды.
• Неплотные соединения или коррозия проводов могут вызывать чрезмерный нагрев, который может расплавить изоляцию

проводов, воспламенить окружающие материалы и даже вызвать пожар. Поэтому надёжно затягивайте все соединения. Рекомендуется закреплять провода стяжками; при перемещении предметов не допускайте раскачивания проводов, чтобы соединения не ослабли.
• При подключении системы напряжение выходных клемм может превышать безопасный для человека предел. При выполнении работ пользуйтесь изолированным инструментом и держите руки сухими.
• К клеммам контроллера можно подключить один аккумулятор или аккумуляторную батарею из нескольких аккумуляторов. Последующие описания относятся к обоим вариантам.
• Соблюдайте рекомендации изготовителя аккумулятора по безопасности.
• Подбирайте соединительные провода системы так, чтобы плотность тока не превышала 4 А/мм².
• Подключите заземляющую клемму контроллера к заземлению.

2.2 Требования к проводам

Способы прокладки проводов и монтажа должны соответствовать национальным и местным электротехническим нормам. Провода аккумулятора и нагрузки выбирают по номинальным токам. Требуемые параметры приведены в таблице:

Модель	Номинальный ток заряда, А	Номинальный ток разряда, А	Сечение провода АКБ, мм²	Сечение провода нагрузки, мм²
ML2420	20	20	5	5
ML2430	30	20	6	5
ML2440	40	20	10	5

2.3 Монтаж и подключение

▲ Предупреждение: опасность взрыва! Никогда не устанавливайте контроллер и аккумулятор открытого типа в одном замкнутом пространстве! Не устанавливайте контроллер и там, где может скапливаться газ, выделяемый аккумулятором.

▲ Предупреждение: высокое напряжение!
Солнечные батареи могут создавать очень высокое напряжение холостого хода. До подключения разомкните цепь выключателем или предохранителем и соблюдайте особую осторожность при работе.

▲ Примечание: при монтаже обеспечьте достаточный поток воздуха через радиатор контроллера. Оставьте не менее 150 мм свободного пространства сверху и снизу для естественной конвекции и теплоотвода. При установке контроллера в закрытом шкафу обеспечьте надёжный отвод тепла из шкафа.

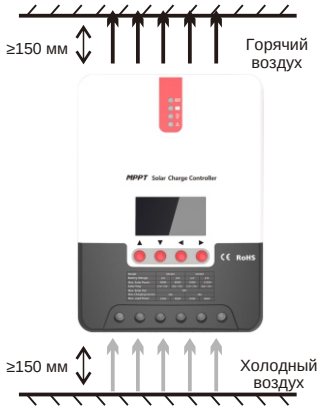
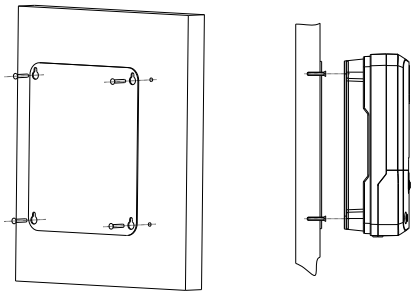


Рис. 2.1. Монтаж и теплоотвод

Шаг 1. Выберите место установки
Не устанавливайте контроллер под прямыми солнечными лучами, в местах с высокой температурой или возможным попаданием воды. Обеспечьте хорошую вентиляцию.

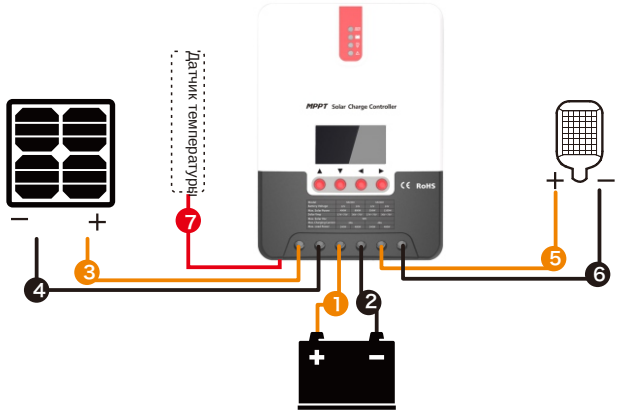
Шаг 2. Приложите монтажный шаблон в нужном месте, отметьте маркером точки крепления, просверлите 4 отверстия по отметкам и установите винты.

Шаг 3. Закрепите контроллер
Совместите монтажные отверстия контроллера с винтами, установленными на шаге 2, и навесьте контроллер.



Шаг 4. Подключите провода

Сначала выверните два винта на контроллере, затем приступайте к подключению проводов. Для безопасного монтажа рекомендуем приведённую ниже последовательность подключения; однако её можно не соблюдать — это не приведёт к повреждению контроллера.



① **Подключение внешнего датчика температуры**
② **Подключение кабеля связи**
③ **Подключение силовых проводов**

▲ **Предупреждение: опасность поражения электрическим током!** Настоятельно рекомендуем установить предохранители или автоматические выключатели со стороны солнечных батарей, нагрузки и аккумулятора, чтобы избежать поражения током при подключении или ошибочных действиях. Перед подключением убедитесь, что цепи с предохранителями и выключателями разомкнуты.

▲ **Предупреждение: высокое напряжение!** Солнечные батареи могут создавать очень высокое напряжение холостого хода. До подключения разомкните цепь выключателем или предохранителем и соблюдайте особую осторожность при работе.

▲ **Предупреждение: опасность взрыва!** Короткое замыкание положительной и отрицательной клемм аккумулятора либо подключённых к ним проводов приведёт к пожару или взрыву. Всегда соблюдайте осторожность.

Сначала подключите аккумулятор, затем нагрузку и в последнюю очередь солнечную панель. При подключении сначала соединяйте «+», затем «−».

④ Включение

Надёжно подключив все силовые провода, ещё раз проверьте правильность соединений и отсутствие переполюсовки. Убедившись, что ошибок нет, сначала замкните цепь аккумулятора через предохранитель или автоматический выключатель. Проверьте, загорелись ли светодиоды и появилась ли информация на ЖК-дисплее. Если дисплей не отображает информацию, немедленно разомкните цепь и повторно проверьте все соединения.

Если аккумулятор работает нормально, подключите солнечную панель. При достаточной интенсивности солнечного света индикатор заряда контроллера загорится или начнёт мигать и начнётся заряд аккумулятора.

После успешного подключения аккумулятора и солнечных батарей в последнюю очередь замкните цепь нагрузки через предохранитель или автоматический выключатель. Затем вручную проверьте, включается и отключается ли нагрузка. Подробности приведены в описании режимов работы нагрузки и управления.

▲ **Предупреждение:** отключение аккумулятора при нормальном заряде отрицательно влияет на нагрузки постоянного тока, а в крайних случаях может повредить их.

▲ **Предупреждение:** если в течение 10 минут после прекращения заряда подключить аккумулятор с обратной полярностью, внутренние компоненты контроллера могут быть повреждены.

Примечание:

1) Устанавливайте предохранитель или автоматический выключатель аккумулятора как можно ближе к нему. Рекомендуемое расстояние — не более 150 мм.

2) Если выносной датчик температуры не подключён к контроллеру, значение температуры аккумулятора остаётся равным 25 °C.

3) При использовании инвертора подключайте его непосредственно к аккумулятору, а не к выходным клеммам нагрузки контроллера.

3. Работа и индикация контроллера

3.1 Светодиодные индикаторы

		Индикатор PV-массива	Отображает текущий режим заряда контроллера.
		Индикатор BAT	Отображает текущее состояние аккумулятора.
		Индикатор LOAD	Отображает включение / отключение и состояние нагрузки.
		Индикатор ERROR	Показывает, работает ли контроллер нормально.

► Индикатор солнечных батарей (PV):

№	Диаграмма	Состояние индикатора	Состояние заряда
①	Быстрый заряд	Светится постоянно	Заряд MPPT
②	Повышенный заряд	Медленное мигание (цикл 2 с: 1 с включён, 1 с выключен)	Повышенный заряд
③	Поддерживающий заряд	Одиночные вспышки (цикл 2 с: включён 0,1 с, выключен 1,9 с)	Поддерживающий заряд
④	Выравнивающий заряд	Частое мигание (цикл 0,2 с: включён и выключен по 0,1 с)	Выравнивающий заряд
⑤	Ограничение тока	Двойные вспышки (цикл 2 с: включён 0,1 с; выключен 0,1 с; снова включён 0,1 с; снова выключен 1,7 с)	Заряд с ограничением тока
⑥		Не светится	Заряд отсутствует

► Индикатор аккумулятора (BAT):

Состояние индикатора	Состояние аккумулятора
Светится постоянно	Напряжение АКБ в норме
Медленное мигание (цикл 2 с: включён и выключен по 1 с)	Глубокий разряд АКБ
Частое мигание (цикл 0,2 с: включён и выключен по 0,1 с)	Перенапряжение АКБ

► Индикатор нагрузки (LOAD):

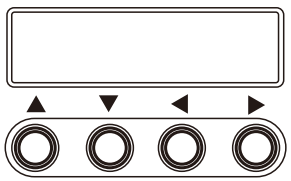
Состояние индикатора	Состояние нагрузки
Не светится	Нагрузка отключена
Частое мигание (цикл 0,2 с: включён и выключен по 0,1 с)	Перегрузка / короткое замыкание нагрузки
Светится постоянно	Нагрузка работает нормально

► Индикатор ERROR:

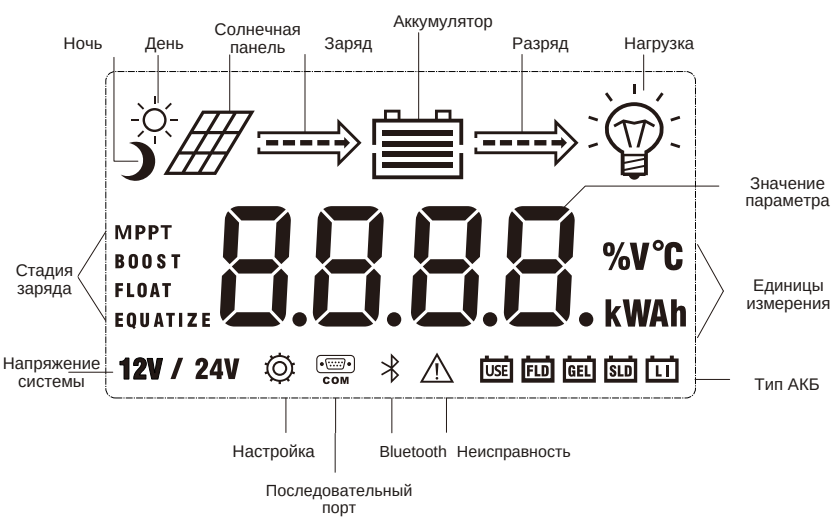
Состояние индикатора	Индикация неисправности
Не светится	Система работает нормально
Светится постоянно	Неисправность системы

3.2 Кнопки управления

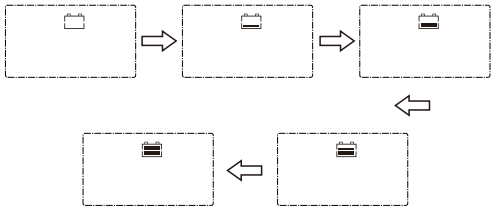
▲ Up (вверх)	Предыдущая страница; увеличение значения параметра при настройке.
▼ Down (вниз)	Следующая страница; уменьшение значения параметра при настройке.
◄ Return (назад)	Возврат в предыдущее меню (выход без сохранения).
► Set (установка)	Вход в подменю; настройка / сохранение. Включение / отключение нагрузки (в ручном режиме).



3.3 Запуск и основной экран ЖК-дисплея

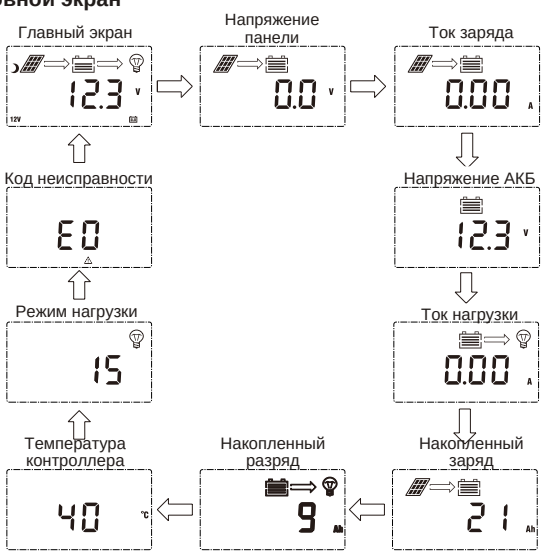


3.3.1 Экран запуска



При запуске сначала последовательно мигают 4 индикатора. После самопроверки включается ЖК-дисплей и показывает уровень напряжения аккумулятора: фиксированное значение, выбранное пользователем, либо напряжение, определённое автоматически.

3.3.2 Основной экран



3.4 Настройка режима нагрузки

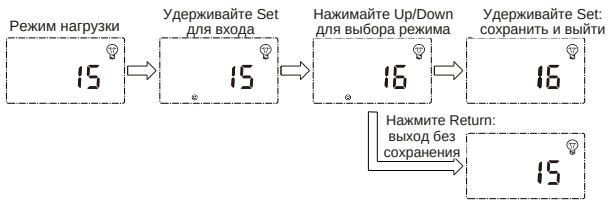
3.4.1 Описание режимов нагрузки

Контроллер поддерживает 5 режимов работы нагрузки, описанных ниже:

№	Режим	Описание
0	Только по освещённости (ночью включено, днём отключено)	При отсутствии солнечного света напряжение панели ниже порога включения по освещённости. После выдержки времени контроллер включает нагрузку. При появлении солнечного света напряжение панели становится выше порога отключения по освещённости. После выдержки времени контроллер отключает нагрузку.
1–14	По освещённости и времени От 1 до 14 часов	При отсутствии солнечного света напряжение панели ниже порога включения по освещённости; после выдержки времени контроллер включает нагрузку. Нагрузка отключается по истечении заданного времени работы.
15	Ручной режим	Пользователь может включать и отключать нагрузку кнопками независимо от времени суток. Режим предназначен для некоторых нагрузок специального назначения и также используется при отладке.
16	Режим отладки	Используется для отладки системы. При наличии светового сигнала нагрузка отключается, при отсутствии — включается. Режим позволяет быстро проверить правильность монтажа системы во время пусконаладки.
17	Постоянное включение	На включённый выход нагрузки непрерывно подаётся питание. Режим подходит для нагрузок, которым требуется круглосуточное электроснабжение.

3.4.2 Изменение режима нагрузки

Пользователь может выбрать нужный режим нагрузки. По умолчанию задан режим отладки (см. «Описание режимов нагрузки»). Порядок изменения режима показан ниже:

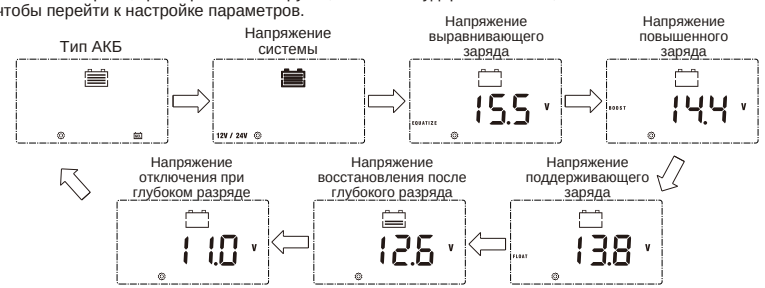


3.4.3 Ручное включение / отключение нагрузки

Ручное управление действует только в ручном режиме нагрузки (15). На любом основном экране кратко нажмите Set для включения или отключения нагрузки.

3.5 Настройка параметров системы

На любом экране, кроме режимов нагрузки, нажмите и удерживайте Set, чтобы перейти к настройке параметров.



После входа в интерфейс настройки кратко нажимайте Set, чтобы переходить между параметрами. Кнопками Up и Down увеличивайте или уменьшайте выбранное значение. Нажмите Return для выхода без сохранения настроек либо нажмите и удерживайте Set, чтобы сохранить настройки и выйти.

Примечание. После изменения напряжения системы необходимо выключить питание и включить его снова; иначе система может работать при неверном напряжении.

Контроллер позволяет изменять параметры в соответствии с условиями эксплуатации. Настройку следует выполнять под руководством специалиста: неверные параметры могут нарушить нормальную работу системы. Параметры настройки приведены в таблице 3.

Справочная таблица настройки параметров

№	Обозначение	Описание	Диапазон	По умолчанию
1	TYPE OF BAT	Тип АКБ	User/flooded/Sealed/Gel	Sealed
2	VOLT OF SYS	Напряжение системы	12 В / 24 В	AUTO
3	EQUALIZ CHG	Напряжение выравнивающего заряда	9,0–17,0 В	14,6 В
4	BOOST CHG	Напряжение повышенного заряда	9,0–17,0 В	14,4 В
5	FLOAT CHG	Напряжение поддерживающего заряда	9,0–17,0 В	13,8 В
6	LOW VOL RECT	Напряжение восстановления после глубокого разряда	9,0–17,0 В	12,6 В
7	LOW VOL DISC	Напряжение отключения при глубоком разряде	9,0–17,0 В	11,0 В

Таблица 3

4. Защитные функции и обслуживание системы

4.1 Защитные функции

• **Влагозащита.** Степень защиты: IP32.
• **Ограничение входной мощности.** Если мощность солнечных панелей превышает номинальную, контроллер ограничивает её номинальным значением и переходит к заряду с ограничением тока, предотвращая повреждение чрезмерным током.
• **Защита от обратной полярности АКБ.** При обратном подключении АКБ система не работает, что предотвращает выход контроллера из строя.
• **Защита от повышенного напряжения на входе PV.** При слишком высоком напряжении массива солнечных панелей контроллер автоматически отключает вход PV.
• **Защита от короткого замыкания на входе PV.** Заряд прекращается; после устранения короткого замыкания заряд возобновляется автоматически.
• **Защита от обратной полярности PV.** Обратное подключение массива не повреждает контроллер. После исправления подключения нормальная работа возобновляется.
• **Защита от превышения мощности нагрузки.** Если мощность нагрузки превышает номинальную, защита срабатывает с задержкой.
• **Защита от короткого замыкания нагрузки.** Контроллер быстро включает защиту и после задержки пытается вновь включить нагрузку. Защита может срабатывать до 5 раз в сутки. Обнаружив короткое замыкание по коду неисправности на странице анализа данных системы, пользователь также может устранить его вручную.
• **Защита от обратного тока ночью.** Предотвращает разряд АКБ через солнечные панели ночью.
• **TVS-защита от грозовых перенапряжений.**
• **Защита от перегрева.**

Если температура контроллера превышает установленный порог, мощность заряда снижается либо заряд прекращается. См. график ниже.

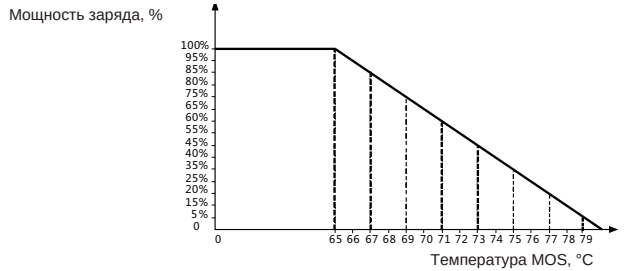


Рис. 4-1

4.2 Обслуживание системы

Для поддержания оптимальной работы контроллера рекомендуется дважды в год выполнять следующие проверки.
• Убедитесь, что воздух свободно циркулирует вокруг контроллера. Удалите грязь и мусор с радиатора.
• Проверьте изоляцию открытых проводов: её могут повреждать солнечный свет, трение о соседние предметы, высыхание и разрушение материала, насекомые и грызуны. При необходимости отремонтируйте или замените провода.
• Убедитесь, что индикация соответствует работе устройства. Отмечайте неисправности и коды ошибок и при необходимости принимайте меры по их устранению.
• Проверьте клеммы на коррозию, повреждение изоляции, перегрев, обгорание и изменение цвета. Надёжно затяните винты клемм.
• Проверьте наличие грязи, гнёзд насекомых и коррозии; при необходимости выполните очистку.
• Если грозозащитный разрядник утратил работоспособность, своевременно замените его, чтобы грозовые воздействия не повредили контроллер и другие устройства пользователя.

Предупреждение: опасность поражения электрическим током! Перед указанными проверками или работами обязательно отключите все источники питания контроллера.

4.3 Индикация неисправностей и предупреждения

Код	Описание	Действие контроллера	Состояние индикаторов
E0	Нормальная работа	–	LED-индикация
E1	Глубокий разряд	Отключение нагрузки	BAT медленно мигает; ERROR светится постоянно
E2	Перенапряжение АКБ	Отключение заряда	BAT быстро мигает; ERROR светится постоянно
E3	Предупреждение о низком напряжении	Индикация уровня заряда АКБ	ERROR светится постоянно
E4	Короткое замыкание нагрузки	Отключение нагрузки	LOAD быстро мигает; ERROR светится постоянно
E5	Сверхток нагрузки	Отключение нагрузки с задержкой	LOAD быстро мигает; ERROR светится постоянно
E6	Перегрев устройства	Работа со сниженной мощностью	ERROR светится постоянно
E7	Перегрев АКБ	Отключение заряда	ERROR светится постоянно
E8	Слишком большая мощность солнечных панелей	Заряд с ограничением тока	ERROR светится постоянно
E10	Перенапряжение солнечных панелей	Запрет заряда	ERROR светится постоянно
E13	Обратная полярность солнечных панелей	Запрет заряда	ERROR светится постоянно

E15	АКБ не подключена или сработала защита питания литиевой АКБ	1. При выполнении условий заряда литиевой АКБ заряд активируется. 2. Для свинцово-кислотной АКБ: если АКБ не обнаружена, заряд отключается; после обнаружения АКБ заряд автоматически возобновляется.	ERROR светится постоянно
E16	Перегрев АКБ. Для E7 и E16 предусмотрены отдельные верхние температурные пороги защиты при заряде и разряде.	Отключение нагрузки	ERROR светится постоянно
E18	Защита BMS от сверхтока	Отключение заряда	ERROR светится постоянно
E20	Обратная полярность АКБ	Отключение заряда и нагрузки	ERROR светится постоянно

5. Технические характеристики

5.1 Электрические параметры

Параметр	**Значение**		
Модель	ML2420	ML2430	ML2440
Напряжение системы	12/24 В, автоопределение		
Потребление без нагрузки	0,7–1,2 Вт		
Напряжение АКБ	9–35 В		
Макс. входное напряжение PV	100 В (+25 °C); 90 В (−25 °C)		
Диапазон напряжения точки максимальной мощности	От напряжения АКБ +2 В до 75 В		
Номинальный ток заряда	20 А	30 А	40 А
Номинальный ток нагрузки	20 А		
Макс. ёмкость ёмкостной нагрузки	10000 мкФ		
Макс. входная мощность фотоэлектрической системы	260 Вт / 12 В 520 Вт / 24 В	400 Вт / 12 В 800 Вт / 24 В	550 Вт / 12 В 1100 Вт / 24 В
КПД преобразования	≤98%		
Эффективность отслеживания MPPT	>99%		
Коэффициент температурной компенсации	−3 мВ/°C/2 В (по умолчанию)		
Рабочая температура	От −35 до +45 °C		
Степень защиты	IP32		
Масса	1,4 кг	2 кг	2 кг
Интерфейс связи	RS232/RS485		
Высота над уровнем моря	≤3000 м		
Габаритные размеры	210×151×59,5 мм	238×173×72,5 мм	238×173×72,5 мм

5.2 Параметры по умолчанию для разных типов АКБ

(настраиваются в программе мониторинга)

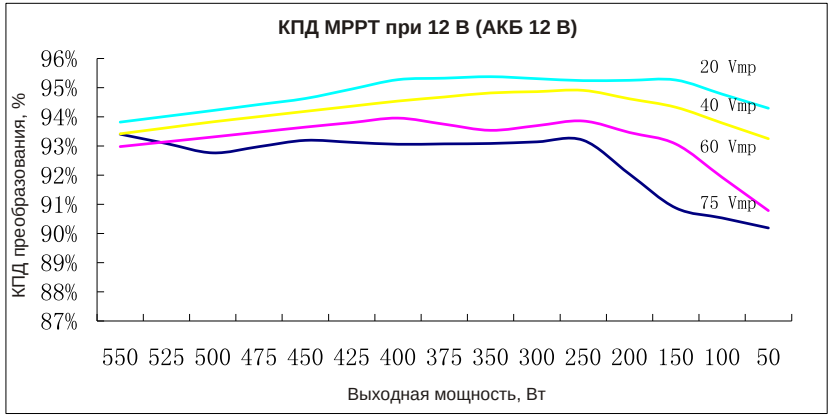
Сравнительная таблица параметров для разных типов АКБ					
Параметр / тип АКБ	**Герметизированная свинцово-кислотная**	**Гелевая свинцово-кислотная**	**Открытая свинцово-кислотная**	**Литиевая LI**	**User (пользовательская)**
Напряжение отключения по перенапряжению	16,0 В	16,0 В	16,0 В	——	9–17 В
Напряжение выравнивающего заряда	14,6 В	——	14,8 В	——	9–17 В
Напряжение повышенного заряда	14,4 В	14,2 В	14,6 В	14,4 В	9–17 В
Напряжение поддерживающего заряда	13,8 В	13,8 В	13,8 В	——	9–17 В
Напряжение возврата к повышенному заряду	13,2 В	13,2 В	13,2 В	——	9–17 В
Напряжение восстановления после отключения по низкому напряжению	12,6 В	12,6 В	12,6 В	12,6 В	9–17 В
Порог предупреждения о низком напряжении	12,0 В	12,0 В	12,0 В	——	9–17 В
Напряжение отключения по низкому напряжению	11,1 В	11,1 В	11,1 В	11,1 В	9–17 В
Предельное напряжение разряда	10,6 В	10,6 В	10,6 В	——	9–17 В
Задержка защиты от глубокого разряда	5 с	5 с	5 с	——	1–30 с
Продолжительность выравнивающего заряда	120 мин	——	120 мин	——	0–600 мин
Интервал выравнивающего заряда	30 суток	0 суток	30 суток	——	0–250 суток (0 отключает выравнивающий заряд)
Продолжительность повышенного заряда	120 мин	120 мин	120 мин	——	10–600 мин

При выборе User параметры типа АКБ задаются пользователем. В этом режиме значения напряжений системы по умолчанию соответствуют герметизированной свинцово-кислотной АКБ. При изменении параметров заряда и разряда необходимо соблюдать следующие соотношения:

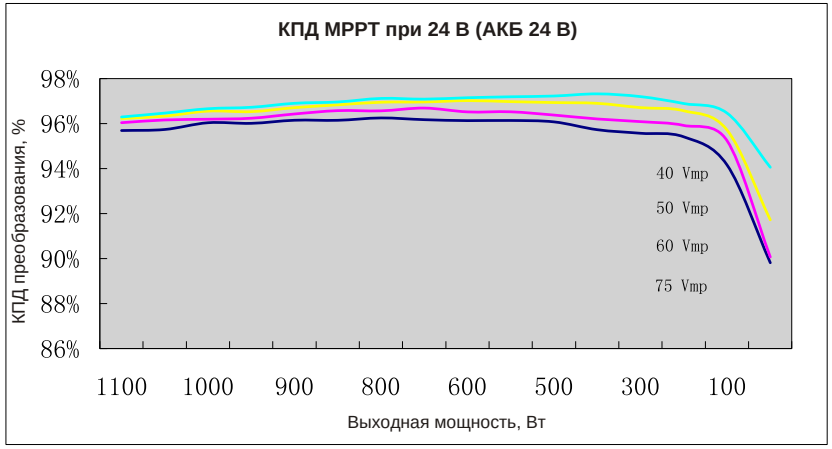
- Напряжение отключения по перенапряжению > напряжение ограничения заряда ≥ напряжение выравнивающего заряда ≥ напряжение повышенного заряда ≥ напряжение поддерживающего заряда > напряжение возврата к повышенному заряду;
- Напряжение отключения по перенапряжению > напряжение восстановления после отключения по перенапряжению;
- Напряжение восстановления после отключения по низкому напряжению > напряжение отключения по низкому напряжению ≥ предельное напряжение разряда;
- Напряжение снятия предупреждения о низком напряжении > порог предупреждения о низком напряжении ≥ предельное напряжение разряда;
- Напряжение возврата к повышенному заряду > напряжение восстановления после отключения по низкому напряжению.

6. Кривые КПД преобразования

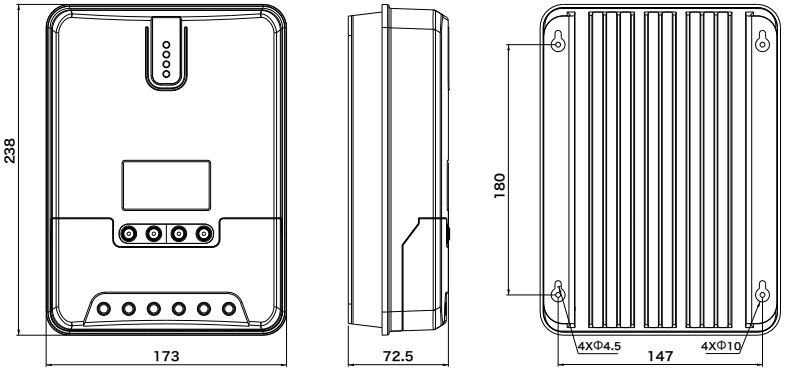
6.1 КПД преобразования в системе 12 В

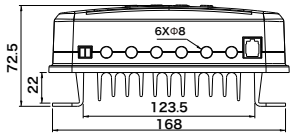


6.1 КПД преобразования в системе 24 В



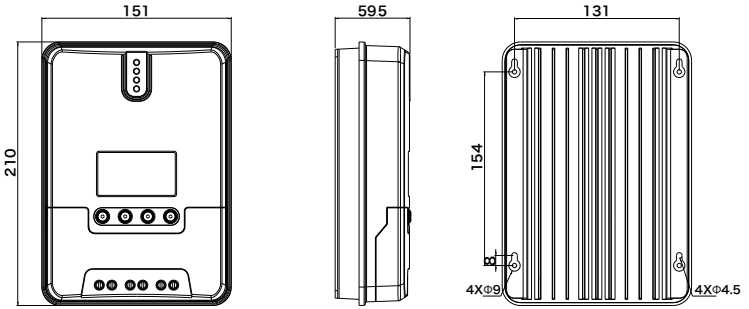
7. Габаритные размеры

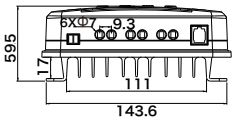




ML2430/ML2440

Габариты: 238×173×72,5 мм
Расположение отверстий: 180×147 мм
Диаметр отверстий: Ф3 мм
Макс. размер подключаемого провода: 8 AWG





ML2420

Габариты: 210×151×59,5 мм
Расположение отверстий: 154×131 мм
Диаметр отверстий: Ф3 мм
Макс. размер подключаемого провода: 8 AWG