







## МПП 402.16131

Пиранометр первого класса с  
нагревателем и различными  
выходами

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



## Инструкция по безопасности и гарантия

-  Поддача напряжения более 12 В на проводку датчика МПП 402.16131 (модель 00.16131.501000) может привести к необратимому повреждению датчика.
-  Поддача напряжения более 30 В на проводку основного источника питания датчика МПП 402.16131 может привести к необратимому повреждению датчика.
-  Для правильного заземления прибора: используйте МПП 402.16131 с оригинальным кабелем заводского изготовления.
-  Использование одного и того же адреса Modbus для нескольких устройств приведет к неравномерному функционированию всей сети.
-  Отключите питание во время выполнения обслуживания или ремонта.
-  Во избежание необратимого повреждения поддерживайте напряжение на проводе передачи данных RS-485 МПП 402.16131 (модель 00.16131.501030) в диапазоне от -7 до +12 В.

Система разработана в соответствии с современными правилами техники безопасности. Однако обратите внимание на следующие правила:

1. Перед вводом в эксплуатацию прочтите все соответствующие руководства!
2. Соблюдайте все внутренние и государственные инструкции и/или правила по предотвращению несчастных случаев. При необходимости обратитесь к ответственному представителю по безопасности.
3. Используйте систему только таким образом, как описано в руководстве.
4. На месте установки всегда держите под рукой руководство по эксплуатации.
5. Используйте систему в указанных рабочих условиях. Исключите воздействия, способные ухудшить безопасность.
6. Не допускайте попадания нежелательных жидкостей в устройства.

**Обратите внимание, что несанкционированные манипуляции с системой приводят к аннулированию гарантийных обязательств производителя.**

**Для внесения изменений в компоненты системы требуется письменное разрешение ООО "Мераприбор". Эти действия должен выполнять квалифицированный специалист.**

### Не являются гарантийными случаями:

1. Механические повреждения, вызванные внешними воздействиями (например, ледопадом, камнепадом, вандализмом).
2. Удары или повреждения, вызванные перенапряжением или электромагнитными полями, выходящими за рамки стандартов и технических характеристик устройства.
3. Повреждения, вызванные неправильным обращением, например, использование неправильных инструментов, неправильная установка, неправильный электрический монтаж (неправильная полярность) и т.д.
4. Повреждения, вызванные использованием устройства вне предусмотренных условий эксплуатации.

	<b>Инструкция по безопасности и гарантия</b>	2
	<b>Содержание</b>	3
	<b>Введение</b>	4
<b>1</b>	<b>Заказ и проверка при получении</b>	5
1.1	Заказ пиранометра МПП 402.16131	
1.2	Комплект поставки	
1.3	Быстрая проверка прибора	
<b>2</b>	<b>Схема прибора</b>	6
<b>3</b>	<b>Технические характеристики МПП 402.16131</b>	8
3.1	Технические характеристики	
3.2	Размеры МПП 402.16131	
<b>4</b>	<b>Установка МПП 402.16131</b>	13
4.1	Выбор места и установка	
4.2	Установка солнцезащитного экрана	
4.3	Установка пиранометра	
4.4	Электрическое подключение активных пиранометров серии МПП 402.16131: схема подключения	
4.5	Электрическое подключение пассивной серии МПП 402.16131: схема подключения	
4.6	Заземление и использование экрана	
4.7	Использование нагревателя в моделях 00.16131.501030 и 00.16131.0501000	
4.8	Использование аналогового выхода 4–20 мА в модели 00.16131.501040	
4.9	Требования к сбору данных для использования милливольтового выхода модели 00.16131.501000	
4.10	Подключение к сети RS-485	
<b>5</b>	<b>Связь Modbus RTU</b>	21
<b>6</b>	<b>Техническое обслуживание и устранение неисправностей</b>	25
6.1	Рекомендуемое техническое обслуживание и обеспечение качества	
6.2	Устранение неполадок	
<b>7</b>	<b>Приложения</b>	28
7.1	Приложение по удлинению/замене кабеля	28

## Введение

Серия цифровых пиранометров МПП 402.16131 представляет собой линейку высокоточных цифровых датчиков солнечного излучения. Это первый класс согласно руководству WMO и стандарту ISO 9060:1990, а также спектрально плоский класс В в редакции 2018 года. Модель 00.16131.501030, оснащенная встроенным нагревателем, в стандартной конфигурации соответствует требованиям к фотоэлектрическим системам мониторинга класса В стандарта IEC 61724-1:2017.

Пиранометры МПП 402.16131 измеряют солнечное излучение, получаемое плоской поверхностью, в Вт/м<sup>2</sup>, с углом обзора 180°. Для удобства интеграции доступны различные выходы, как цифровые, так и аналоговые.

- Модель 00.16131.501030: цифровой датчик с выходом Modbus через RS-485 и нагревателем,
- Модель 00.16131.501040: цифровой датчик с Modbus over TTL (по запросу) и аналоговым выходом 4–20 мА (без нагревателя),
- Модель 00.16131.501000: пассивный датчик с аналоговым милливольтовым выходом и нагревателем.

### Преимущества серии МПП 402.16131:

- Лучшая точность измерений в первом классе
- Улучшенное время отклика
- Модель 00.16131.501030 со встроенным нагревателем в стандартной конфигурации соответствует IEC 61724-1, класс В.

Использовать аналоговую версию 00.16131.501000 просто: пиранометр можно подключить напрямую к широко используемым системам регистрации данных. Излучение в Вт/м<sup>2</sup> рассчитывается путем деления выходного сигнала небольшого напряжения на чувствительность. Эта чувствительность обозначена номером 00.16134.501000 в сертификате калибровки.

### Центральное уравнение, управляющее 00.16131.501000:

$$E = U/S$$

U: Выходное напряжение в В

S: Чувствительность в В/(Вт/м<sup>2</sup>)

E: Солнечное излучение в Вт/м<sup>2</sup>

### Предлагаемое использование

Рекомендуемое использование для пиранометров серии МПП 402.16131:

- Мониторинг производительности фотоэлектрической системы
- Общий мониторинг солнечных ресурсов
- Испытания с имитацией солнечного излучения в помещении
- Метеорологические сети

## 1 Заказ и проверка при получении

### 1.1 Заказ 16131.5

Идентификационный номер для стандартных конфигураций МПП 402.16131:

**Модель 00.16131.501030:**

Первоклассный пиранометрический датчик ISO 9060 с Modbus через RS-485 и нагревателем

**Модель 00.16131.501040:**

Первоклассный пиранометрический датчик ISO 9060 с выходом 4...20 мА без нагревателя

**Модель 00.16131.501000:**

Первоклассный пиранометр ISO 9060 с пассивным аналоговым выходом в милливольтгах и нагревателем

**Доступные опции/аксессуары:**

- Кабель 10 м, 5-контактный разъем M12 ID: 32.14581.060000
- Кабель 15 м, 5-контактный разъем M12 ID: 32.05005.001500

### 1.2 Комплект поставки

В комплект поставки включаются:

- Пиранометр МПП 402.16131,
- Солнцезащитный экран,
- Кабель указанной в заказе длины,
- Сертификат, соответствующий серийному номеру прибора, включая:  
Сертификат калибровки,
- Другие предметы и компоненты в соответствии с заказом.

Храните сертификаты в надежном месте.

### 1.3 Быстрая проверка прибора

1. При включении питания сигнал может иметь временный выходной уровень, отличный от нуля, смещение.
2. Дайте этому смещению урегулироваться; это нормальная часть процедуры включения питания. Проверьте, реагирует ли датчик на свет: подставьте датчик под сильный источник света, например, лампочку мощностью 100 Вт на расстоянии 0,1 м. Сигнал должен составлять > 100 Вт/м<sup>2</sup>. Затемните датчик, накрыв его чем-нибудь или выключив свет. Выходная мощность излучения прибора должна снизиться и в течение одной минуты приблизиться к 0 Вт/м<sup>2</sup>.
3. Осмотрите прибор на предмет повреждений.
4. Сравните серийный номер, указанный на этикетке прибора, с сертификатами, прилагаемыми к прибору.

## 2 Схема прибора

Пиранометры МПП 402.16131 измеряют солнечное излучение, получаемое плоской поверхностью под углом обзора  $180^\circ$ . Эта величина, выраженная в  $\text{Вт}/\text{м}^2$ , называется полусферическим солнечным излучением. Спектр солнечного излучения составляет примерно от 285 до  $3000 \times 10^{-9}$  м. По определению, пиранометр должен охватывать этот спектральный диапазон с максимально плоской спектральной избирательностью.

- (1) кабель
- (2) разъем
- (3) солнцезащитный экран
- (4) пузырьковый уровень
- (5) окно пузырькового уровня
- (6) внешний купол
- (7) внутренний купол
- (8) термодатчик с черным покрытием
- (9) система быстрого выпуска солнцезащитного экрана
- (10) корпус прибора
- (11) регулировочные ножки

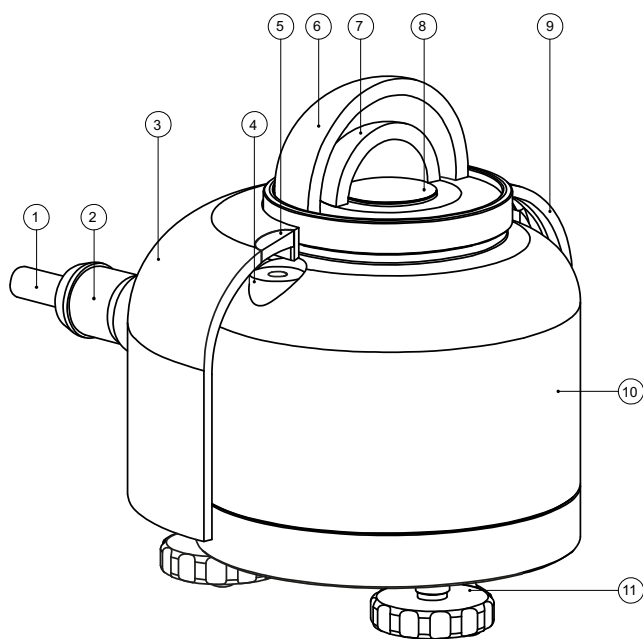


Рисунок 2.01. Пиранометр МПП 402.16131

В серии пиранометров МПП 402.16131 используется современный термобатарейный датчик с черной поверхностью, двумя куполами и корпусом из анодированного алюминия.

Модель 00.16131.501030 предоставляет данные интенсивности излучения в  $\text{Вт}/\text{м}^2$  через цифровой выход. Прибор необходимо использовать в сочетании с подходящим источником питания и системой сбора данных, использующей протокол связи Modbus через RS-485. Для уменьшения воздействия росы и инея на внешнюю поверхность купола прибор оснащен встроенным нагревателем. Нагреватель соединен с корпусом датчика. Нагрев пиранометра может генерировать дополнительные сигналы смещения освещенности, поэтому рекомендуется активировать нагреватель только в ночное время. Сочетание нагревателя с внешней вентиляцией делает поправки на нагрев очень низкими.

Модель 00.16131.501040 предоставляет данные интенсивности излучения в Вт/м<sup>2</sup> посредством выхода 4–20 мА. Прибор необходимо использовать в сочетании с подходящим источником питания и системой сбора данных, способной обрабатывать сигнал токовой петли 4–20 мА.

Модель 00.16131.501000 предоставляет данные интенсивности излучения в Вт/м<sup>2</sup> через аналоговый милливольтный выход. Это пассивный датчик, не требующий питания. Его можно подключить напрямую к широко используемым системам регистрации данных. Для уменьшения воздействия росы и инея на внешнюю поверхность купола прибор оснащен встроенным нагревателем. Нагреватель соединен с корпусом датчика. Нагрев пиранометра может генерировать дополнительные сигналы смещения освещенности, поэтому рекомендуется включать нагреватель только в ночное время. Сочетание нагревателя с внешней вентиляцией делает эти поправки на нагрев очень низкими. Излучение в Вт/м<sup>2</sup> рассчитывается путем деления выходного сигнала 00.16131.501000, небольшого напряжения, на чувствительность. Эта чувствительность указана, например, в сертификате калибровки.

Центральное уравнение, управляющее 00.16131.501000:  **$E = U/S$**

U: Выходное напряжение в В,

S: Чувствительность в В/(Вт/м<sup>2</sup>)

E: Солнечное излучение в Вт/м<sup>2</sup>

### 3 Технические характеристики пиранометров серии МПП 402.16131

Приборы серии МПП 402.16131 измеряют солнечное излучение, получаемое плоской поверхностью под углом обзора 180°. Эта величина, выраженная в Вт/м<sup>2</sup>, называется полусферическим солнечным излучением.

Прибор классифицирован в соответствии с ISO 9060 и должен использоваться в соответствии с рекомендуемыми практиками ISO, IEC, WMO и ASTM.

**Таблица 3.1.1 Технические характеристики МПП 402.16131**

Классификация ISO (ISO 9060:1990)	Пиранометр первого класса
Уровень эффективности WMO (WMO-№. 8, седьмое издание 2008)	Пиранометр надлежащего качества
Время отклика (95 %)	< 10 с
Смещение нуля <b>a</b> (реакция на чистое тепловое излучение 200 Вт/м <sup>2</sup> )	5 Вт/м <sup>2</sup> без вентиляции
Смещение нуля <b>b</b> (реакция на изменение температуры окружающей среды со скоростью 5 К/ч)	< 4 Вт/м <sup>2</sup>
Нестабильность	< 1 % изменения в год
Нелинейность	< 1 % (от 100 до 1000 Вт/м <sup>2</sup> )
Направленный отклик	< 20 Вт/м <sup>2</sup>
Спектральная избирательность	< 3 % (от 0,35 до 1,5 × 10 <sup>-6</sup> м)
Температурный отклик	< 2 % (от -30 до +50 °С)
Реакция на наклон	< 2 % (от 0 до 90° при 1000 Вт/м <sup>2</sup> )
Диапазон измерений	0...3000 Вт/м <sup>2</sup>
Устойчивое состояние смещения нуля	< 1 Вт/м <sup>2</sup> (от -40 до + 80 °С)
Спектральный диапазон (20 % точек передачи)	От 285 до 3000 × 10 <sup>-9</sup> м

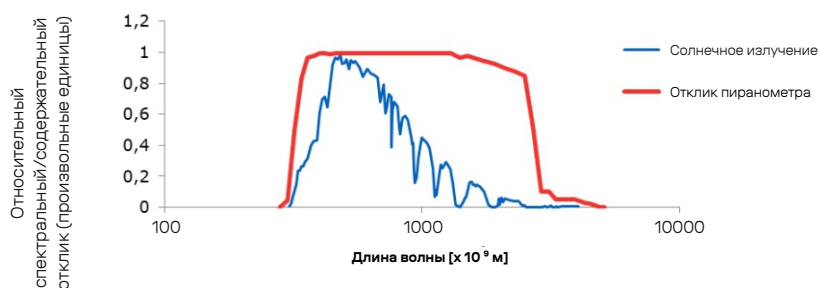


Рисунок 3.1.1 Спектральный отклик пиранометра по сравнению с солнечным спектром. Пиранометр отсекает лишь незначительную часть общего солнечного спектра.

Измеряемая величина	Полусферическое солнечное излучение
Измеряемая величина в радиометрических единицах СИ	Интенсивность излучения в Вт/м <sup>2</sup>
Оptionальная измеряемая величина	Продолжительность солнечного сияния
Угол обзора	180 °
Определение вывода	Скользящее среднее значение по 4 измерениям, обновляется каждые 0,1 с
Рекомендуемый интервал запроса данных	1 с, сохранение средних значений за 60 с
Температурный диапазон применения	-40...+ 80 °С

#### МПП 402.16131 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Измеряемая величина	Температура корпуса датчика
Измеряемая величина в радиометрических единицах СИ	Температура в °С
Датчик температуры	Твердотельный кремниевый датчик температуры запрещенной зоны System on Chip (SoC)
Точность температуры корпуса прибора	0,5 °С
Разрешение температуры корпуса прибора	3,9 x 10 <sup>-3</sup> °С
Выравнивание (см. опции)	В комплект входят пузырьковый уровень и регулируемые ножки
Точность выравнивания	< 0,1 ° пузырька полностью в кольце
Тип разъема	M12-A, 5-контактный, IP67
Монтаж	Два болта М5 на расстоянии 46 мм по оси север-юг
Класс защиты	IP67
Вес нетто, включая кабель длиной 5 м	0,65 кг

#### ОБОГРЕВ (только 00.16131.501030 и 00.16131.501000)

Работа нагревателя	Нагреватель не обязательно должен быть включен; рекомендуемая операция — активировать нагреватель, когда солнце находится за горизонтом
Напряжение нагревателя	12 В постоянного тока
Требуемая мощность нагревателя	1,5 Вт при 12 В пост. тока (нагреватель не обязательно активен)
Сопrotивление нагревателя	95 Ом
Устойчивое смещение нуля, вызванное обогревом	от 0 до -8 Вт/м <sup>2</sup>

**КАЛИБРОВКА**

Прослеживаемость калибровки	До WRR
Иерархия калибровки	От WRR до ISO 9846 и ISO 9847 с поправкой на исходные условия
Метод калибровки	Калибровка внутри помещения согласно ISO 9847, тип 1с
Неопределенность калибровки	< 1,8 % (k = 2)
Рекомендуемый интервал повторной калибровки	2 года
Эталонные условия	20 °С, нормальное солнечное излучение, горизонтальный монтаж, уровень излучения 1000 Вт/м <sup>2</sup>
Обоснованность калибровки	Опыт показывает, что чувствительность прибора не изменится во время хранения. При использовании под воздействием солнечной радиации применяется характеристика «нестабильности» прибора

**ТОЧНОСТЬ И РАЗРЕШЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ**

Неопределенность измерения	Заявления об общей неопределенности измерений могут быть сделаны только на индивидуальной основе
Оценка WMO достижимой точности ежедневного количества	5 % (WMO-No. 8, седьмое издание 2008)
Оценка WMO достижимой точности почасового количества	8 % (WMO-No. 8, седьмое издание 2008)
Разрешение освещенности	0,01 Вт/м <sup>2</sup>

**00.16131.501030: ЦИФРОВОЙ MODBUS RTU (RS-485)**

Цифровой выход	Излучение в Вт/м <sup>2</sup> температура корпуса прибора в °С
Диапазон номинального рабочего напряжения	от 5 до 30 В постоянного тока (рекомендуется 12 В пост. тока)
Потребляемая мощность	< 48 × 10 <sup>-3</sup> Вт при 12 В постоянного тока (без подогрева)
Обогрев	Есть
Протокол связи	Modbus через 2-проводной полудуплексный интерфейс RS-485
Тип трансивера RS-485	2-проводной, неизолированный
Режим передачи	RTU



<b>00.16103.501040: АНАЛОГОВЫЙ 4...20 мА</b>	
Выход 4...20 мА	Излучение в Вт/м <sup>2</sup>
Диапазон передачи	от 0 до 1600 Вт/м <sup>2</sup>
Выходной сигнал	от 4 до 20 x 10 <sup>-3</sup> А
Стандартная настройка (см. опции)	4 x 10 <sup>-3</sup> А при 0 Вт/м <sup>2</sup> и 20 x 10 <sup>-3</sup> А при 1600 Вт/м <sup>2</sup>
Принцип выхода 4...20 мА	2-проводная токовая петля
Диапазон номинального рабочего напряжения	5-30 В постоянного тока (рекомендуется 12 В постоянного тока)
Рекомендуемое рабочее напряжение	12 В постоянного тока
Потребляемая мощность	< 240 x 10 <sup>-3</sup> Вт при 12 В постоянного тока
Обогрев	Нет
<b>00.16103.501000: АНАЛОГОВЫЙ мВ</b>	
Милливольтовый выход (мВ)	Излучение в Вт/м <sup>2</sup>
Диапазон чувствительности	От 7 до 15 x 10 <sup>-6</sup> В/(Вт/м <sup>2</sup> )
Чувствительность (номинальная)	10 x 10 <sup>-6</sup> В/(Вт/м <sup>2</sup> )
Ожидаемое выходное напряжение	Применение при естественном солнечном излучении: от -0,1 до +30 x 10 <sup>-3</sup> В.
Функция измерения / необходимое программирование	E = U/S U: Выходное напряжение в В S: Чувствительность в В/(Вт/м <sup>2</sup> ) E: Солнечное излучение, Вт/м <sup>2</sup>
Разрешение излучения	В зависимости от считывающего оборудования; Разрешение регистратора данных 7 x 10 <sup>-6</sup> В достаточно для разрешения 1 Вт/м <sup>2</sup> при освещенности
Требуемые показания	1 канал дифференциального напряжения или 1 несимметричный канал напряжения, входное сопротивление > 106 Ом
Диапазон сопротивления датчика	от 50 до 150 Ом

3.2 Размеры МПП 402.16131

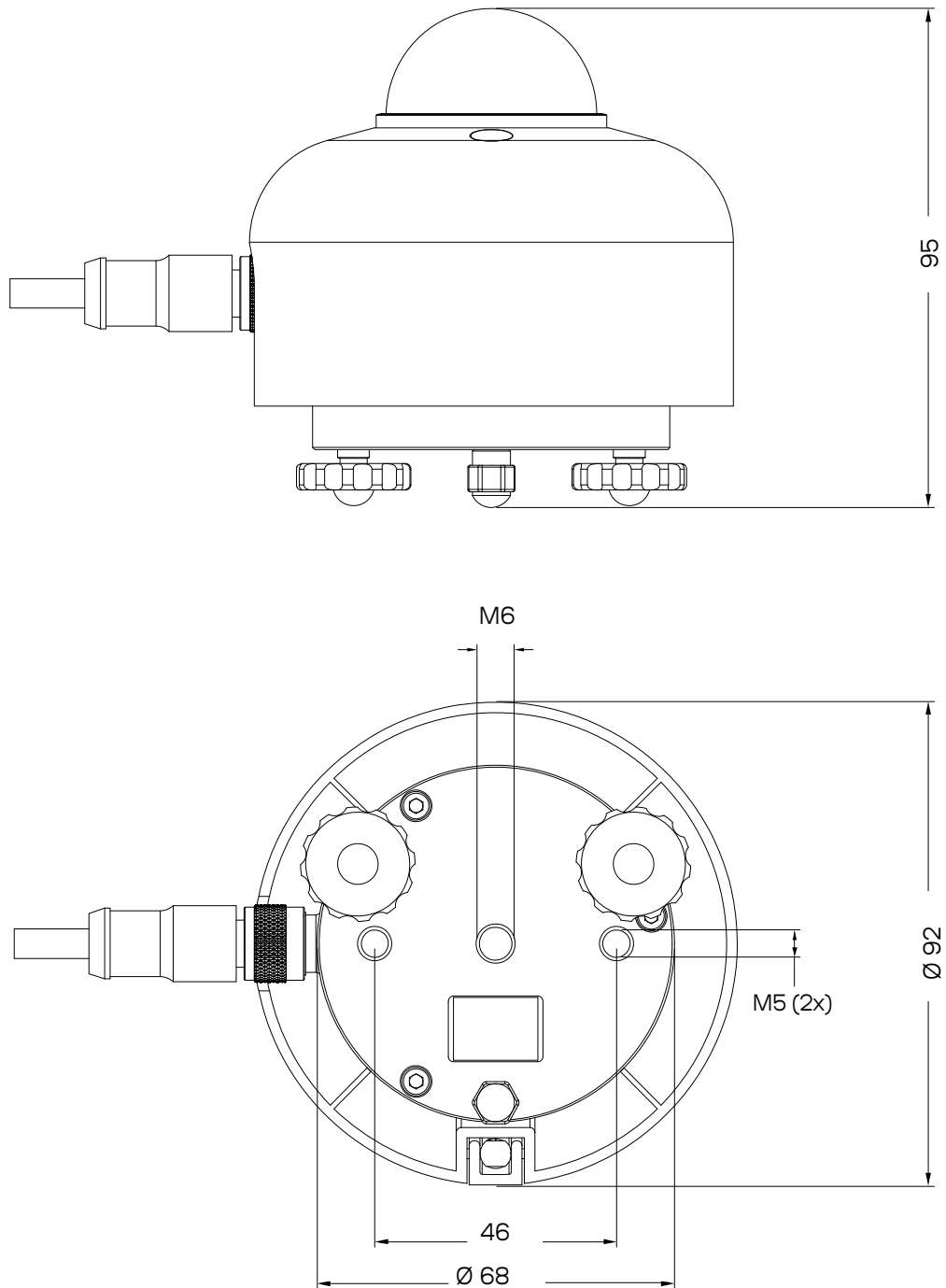


Рисунок 3.2.1 Размеры МПП 402.16131 в соотношении  $\times 10^{-3}$ м

## 4. Установка МПП 402.16131

### 4.1 Выбор места и установка

Таблица 4.1.1 Рекомендации по установке пиранометров

Расположение	Горизонт должен быть максимально свободен от препятствий. В идеале между курсом солнца и инструментом не должно быть никаких предметов.
Механический монтаж / теплоизоляция	Используйте винтовое соединение с нижней пластиной прибора. Пиранометр чувствителен к тепловым ударам. Не устанавливайте прибор так, чтобы корпус находился в прямом тепловом контакте с монтажной пластиной (поэтому всегда используйте регулировочные ножки, даже если монтаж не горизонтален), не устанавливайте прибор на сильно нагревающиеся предметы (металлические пластины с черным покрытием).
Крепление прибора на 2 болтах	2 болта М5 на расстоянии $46 \times 10^{-3}$ м между центрами по оси север-юг, подключение снизу под нижней пластиной прибора
Крепление прибора одним болтом	1 болт М6 в центре прибора, подключение снизу под нижней пластиной прибора.
Выполнение репрезентативного измерения	Пиранометр измеряет солнечное излучение в плоскости датчика. Некоторые установки требуют наклонного или перевернутого положения. Нижняя пластина датчика, параллельная черной поверхности датчика, должна быть установлена параллельно интересующей плоскости. Если пиранометр установлен не горизонтально или горизонт закрыт, репрезентативность местоположения становится важным элементом измерения (см. главу об оценке неопределенности)
Выравнивание	При горизонтальном монтаже используйте пузырьковый уровень и регулировочные ножки. Пузырьковый уровень виден и может быть проверен в любое время.
Наклонная установка	При наклонной установке датчик наклона обеспечивает достаточно точные измерения. Регистр «угол наклона» можно использовать при монтаже и выравнивании датчика
Ориентация инструмента	По соглашению: выход кабеля должен быть направлен на ближайший столб, поэтому выход кабеля должен указывать на север в северном полушарии и на юг в южном полушарии
Высота установки	В случае перевернутой установки рекомендуется расстояние 1,5 м между поверхностью почвы и датчиком (для уменьшения эффекта теней и для получения хорошего пространственного усреднения)

#### 4.2 Установка солнцезащитного экрана

Система быстрого крепления солнцезащитного экрана МПП 402.16131 позволяет легко и надежно закрепить солнцезащитный экран на датчике. Установку и снятие коннектора можно производить после снятия солнцезащитного экрана.

**Снятие солнцезащитного экрана:** Система состоит из подпружиненного рычага, расположенного напротив окна пузырькового уровня солнцезащитного экрана МПП 402.16131. Нижнюю часть ручки можно аккуратно вытянуть. Когда ручка будет вытянута и полностью отпущена, как показано на рисунке ниже, солнцезащитный экран можно снять вручную.

**Установка солнцезащитного экрана:**

Вытяните нижнюю часть ручки системы быстрого освобождения, чтобы она полностью освободилась, поместите экран на пиранометр МПП 402.16131 и, когда он станет на место, нажмите на ручку системы быстрого освобождения до фиксации.



Рисунок 4.2.1 Солнцезащитный экран МПП 402.16131 с системой быстрого снятия и окном пузырькового уровня.



Рисунок 4.2.2 Установка солнцезащитного экрана МПП 402.16131

### 4.3 Установка пиранометра

Предлагается несколько монтажных комплектов для пиранометров МПП 402.16131.

#### Идентификационный номер

32.14627.003010: Комплект для наклонного монтажа на траверсе 14627

32.14627.003000: Комплект для горизонтального монтажа на траверсе 14627

33.14627.012000: Комплект для настенного монтажа

На рисунке ниже в качестве примера показана установка МПП 402.16131 с помощью «Комплекта для наклонного монтажа». Схема монтажа МПП 402.16131 одинакова для всех вышеперечисленных комплектов.

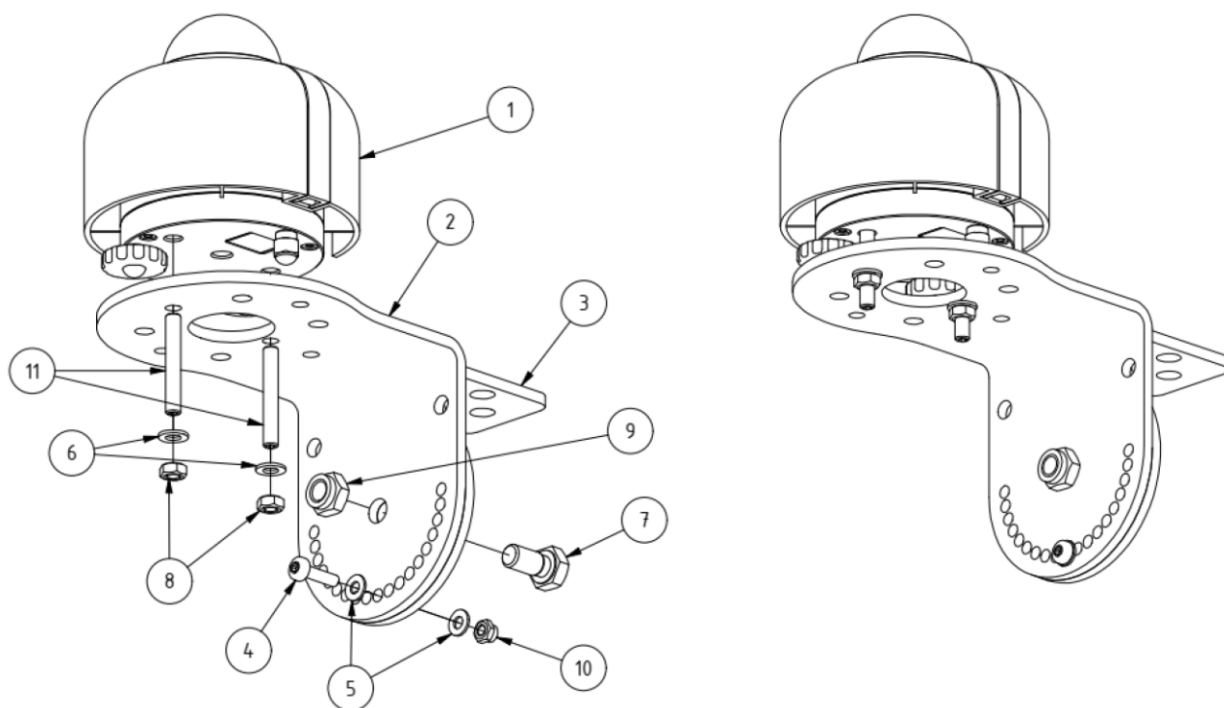


Рисунок 4.3.1 Монтаж МПП 402.16131 с использованием  
"Комплекта для наклонного монтажа на траверсе 14627"

- (1) Пиранометр МПП 402.16131
- (2) Монтажная пластина для пиранометра\*
- (3) Крепление для монтажа на траверсной системе 14627\*
- (4) TORX M4 x 16 TX20 DIN 7985 TX A2
- (5) Шайба 4,3 DIN 125 A A2
- (6) Шайба 5,3 DIN 125 A A2
- (7) Шестигранный винт M8 x 16 DIN 933 A2
- (8) Гайка M5 DIN 934 A2
- (9) Гайка M8 DIN 985 A2
- (10) Гайка M4 DIN 985 A4
- (11) Установочный винт M4 DIN 985 A4

\* Детали «Комплекта для наклонного монтажа на траверсной системе 14627»

## 4.4 Электрическое подключение активных пиранометров серии МПП 402.16131: схема подключения

Питание прибора должно осуществляться от внешнего источника питания, обеспечивающего рабочее напряжение в диапазоне от 8 до 30 В постоянного тока. Это основной источник питания датчика, использующий коричневый и белый провода.

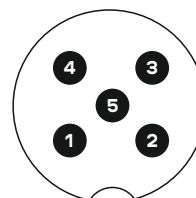


Рисунок 4.4.1 Схема разъема МПП 402.16131 с указанием номеров пинов (вид со стороны кабеля)

### 4.4.1 Схема подключения модели 00.16131.501030 - Modbus RTU

Таблица 4.4.1.1 Схема подключения 00.16131.501030

PIN	ПРОВОД	00.16131.501030 Modbus через RS-485
1	Коричневый	В постоянного тока [+]
2	Белый	В постоянного тока [-] Нагреватель
3	Голубой	RS-485 B / B' [+]
4	Черный	RS-485 A / A' [-]
5	Серый	Нагреватель [+]
5	Щитовая сетка	Щит

**Примечание 1:** На конце кабеля с разъемом экран соединяется с корпусом разъема.

**Примечание 2:** Питание нагревателя осуществляется путем подачи напряжения на серый провод, используется рабочее напряжение 12 В постоянного тока.

**Примечание 3:** Не подавайте на эти провода напряжение более 30 В, это повредит датчик.

### 4.4.2 Схема подключения модели 00.16131.501040 - Modbus RTU

Таблица 4.4.2.1 Схема подключения 00.16131.501040

PIN	ПРОВОД	00.16131.501040 Modbus через TTL	00.16131.501040 с выходом 4...20 мА
1	Коричневый	По запросу	В постоянного тока [+]
2	Белый		Не подключен
3	Голубой		Выход 4...20 мА
4	Черный		Не подключен
5	Серый		Не подключен
6	Щитовая сетка		Щит

**Примечание 1.** На конце кабеля с разъемом экран соединяется с корпусом разъема.

#### 4.5 Электрическое подключение пассивных пиранометров серии МПП 402.16131: схема подключения

Пассивные датчики МПП 402.16131 не требуют питания. Кабели обычно действуют как источник искажений, улавливая емкостный шум. Мы рекомендуем сохранять расстояние между регистратором данных или усилителем и датчиком как можно меньшим. Информацию об удлинении кабеля см. в приложении по этому вопросу.

**Таблица 4.5.1** Схема подключения 00.16131.501000

PIN	ПРОВОД	00.16131.501000, аналоговый милливольтный выход
1	Коричневый	Нагреватель
2	Черный	Нагреватель
3	Голубой	Не подключен
4	Белый	Сигнал [+]
5	Серый	Сигнал [-]
5	Щитовая сетка	Щит

**Примечание 1:** Нагреватель представляет собой резистивный нагревательный элемент.

**Примечание 2:** На конце кабеля с разъемом экран соединяется с шасси разъема и, следовательно, с корпусом датчика.

#### 4.6 Заземление и использование экрана

Ответственность за заземление и использование экрана лежит на пользователе. Экран кабеля (на схеме подключения он называется экраном) подключается к алюминиевому корпусу прибора через разъем. В большинстве ситуаций прибор прикручивается к монтажной платформе с локальным заземлением. В этих случаях экран на конце кабеля вообще не следует подключать. Если заземление не обеспечивается через корпус прибора, например, в лабораторных экспериментах, экран следует подключить к местному заземлению на конце кабеля. Обычно это земля или низкое напряжение источника питания, или общий провод сети. В исключительных случаях, например, когда и прибор, и регистратор данных подключены к мачте небольшого размера, локальное заземление на монтажной платформе совпадает с заземлением сети. В таких случаях заземляющее соединение может быть выполнено как с корпусом прибора, так и с экраном на конце кабеля.

#### 4.7 Использование нагревателя 00.16131.501030 и 00.16131.0501000

Модели 00.16131.501030 и 00.16131.501000 имеют встроенный нагреватель. Обогрев датчика повышает надежность и точность измерений, помогая предотвратить образование росы и инея. Нагреватель обычно включается только в ночное время. В дневное время его рекомендуется выключать. Обратите внимание, что использование нагревателя без дополнительной вентиляции может привести к смещению нуля.

Внешнюю вентиляцию можно использовать для уменьшения или устранения эффекта нагрева. Обратите внимание: когда нагреватель не используется, он не влияет на характеристики прибора. Встроенный нагреватель представляет собой резистивный элемент с постоянным сопротивлением. Это означает, что генерируемая мощность нагрева увеличивается с увеличением приложенного напряжения. Когда сопротивление нагревателя  $R$  и напряжение  $V$  известны, генерируемая мощность нагревателя  $P$  определяется по формуле:

$$P = V^2 / R$$

Обычно достаточно мощности нагрева примерно 1,5 Вт. При сопротивлении нагревателя 95 Ом, как указано в таблице технических характеристик, для генерации этой мощности требуется 12 В постоянного тока.

#### 4.8 Использование аналогового выхода 4–20 мА 00.16131.501040

Серия МПП 402.16131 предоставляет пользователям возможность использовать выход 4–20 мА вместо цифрового выхода. При использовании выхода 4–20 мА сначала прочтите эту главу.

Использовать выход 4–20 мА, предоставляемый моделью 00.16131.501040, очень просто. Прибор можно подключить напрямую к широко используемым системам регистрации данных.

Излучение E в Вт/м<sup>2</sup> рассчитывается по формуле:

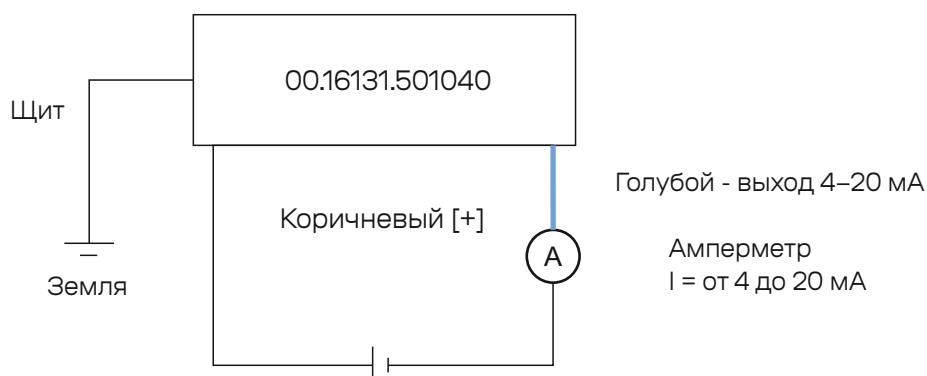
$$E = 1600 \cdot (I - 4 \times 10^{-3} \text{A}) / (16 \times 10^{-3} \text{A})$$

I: Выходной ток, А

E: Солнечное излучение, Вт/м<sup>2</sup>

По соглашению, освещенность 0 Вт/м<sup>2</sup> соответствует  $4 \times 10^{-3}$  выходного тока датчика I. Диапазон передачи, который представляет собой освещенность при выходном токе  $20 \times 10^{-3}$  А, обычно составляет 1600 Вт/м<sup>2</sup>.

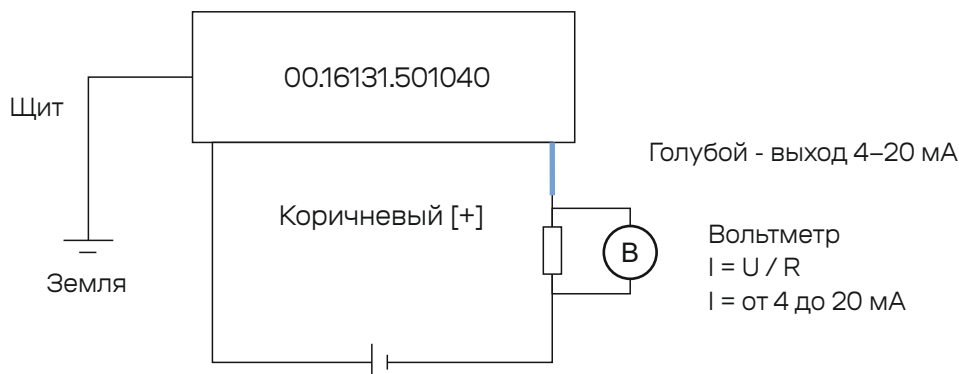
Важно понимать, что сигнальные провода не только передают сигнал, но и служат источником питания для цепи токовой петли 4–20 мА!



Источник питания от 5 до 30 В постоянного тока

Рисунок 4.8.1 Электрическая схема подключения 00.16131.501040 к типовому амперметру или регистратору данных с возможностью измерения токовых сигналов.

Обычно для преобразования тока в напряжение используется шунтирующий резистор (R) сопротивлением 100 Ом (тогда оно будет в диапазоне от 0,4 до 2 В постоянного тока). Этот резистор необходимо подключить последовательно с голубым проводом датчика.



Источник питания от 5 до 30 В постоянного тока

Рисунок 4.8.2 Электрическая схема подключения 00.16131.501040 к типовому вольтметру или регистратору с возможностью измерения сигналов напряжения.

#### 4.9 Требования к сбору данных для использования милливольтового выхода модели 00.16131.501000

Ответственность за выбор и программирование регистраторов данных лежит на пользователе. Регистратор метеорологических данных идеально подходит для измерения солнечной радиации с помощью пиранометра с выходом в милливольтках. С моделью 00.16131.501000 обычно можно обращаться так же, как и с другими пиранометрами на термобатареях.

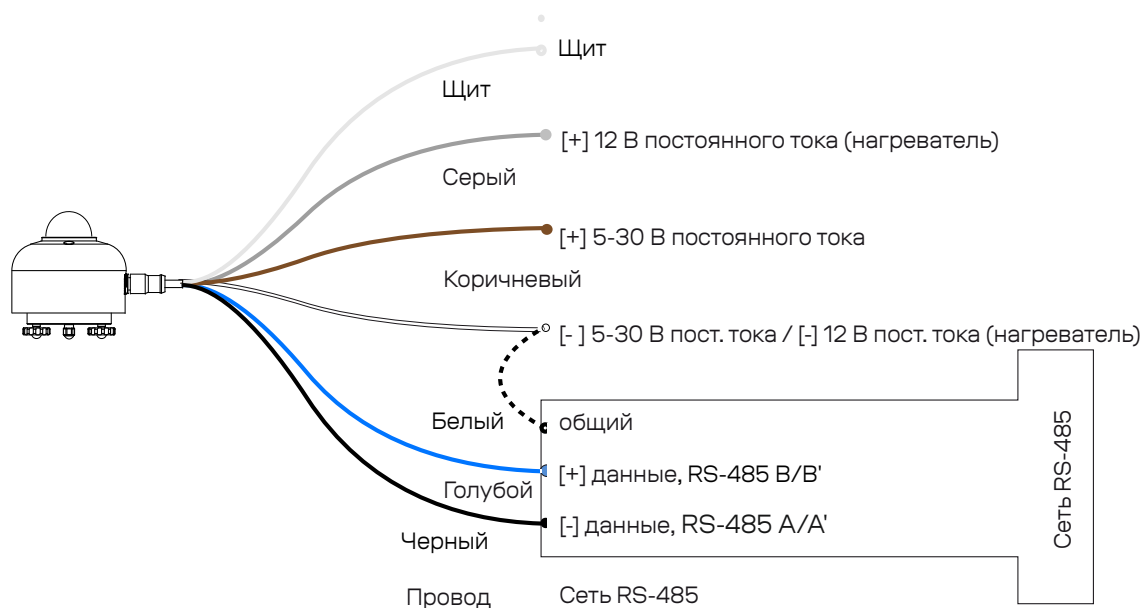
**Таблица 4.9.1** Требования к оборудованию сбора и усиления данных для 00.16131.501000 в стандартной комплектации

Возможность измерения сигналов малого напряжения	Предпочтительно: $5 \times 10^{-6}$ В, неопределенность Минимальное требование: $20 \times 10^{-6}$ В неопределенность (действительно для всего ожидаемого температурного диапазона оборудования сбора/усиления)
Возможность использования регистратора данных или программного обеспечения	Для хранения данных и выполнения деления на чувствительность для расчета солнечного излучения. $E = U/S$
Входное сопротивление сбора данных	$> 1 \times 10^6$ Ом
Обнаружение обрыва цепи (ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ)	Обнаружение обрыва цепи не следует использовать, если только оно не выполняется отдельно от обычного измерения, время отклика которого более чем в 5 раз превышает время отклика датчика, и только с небольшим током. Датчики термобатарей чувствительны к току, который используется при обнаружении обрыва цепи. Ток будет генерировать тепло, которое измеряется и отображается как смещение.

#### 4.10 Подключение к сети RS-485

Пиранометры серии МПП 402.16131 предназначены для подключения к двухпроводной (полудуплексной) сети RS-485. В такой сети пиранометр МПП 402.16131 выступает в роли ведомого устройства, получая запросы данных от ведущего устройства. Пример подключения к двухпроводной сети RS-485 показан на рисунке ниже. Пиранометр питается от источника 5-30 В постоянного тока. На рисунке не показан блок питания. Заземление источника питания постоянного тока [-] должно быть подключено к общей линии сети. [Спецификация Modbus по последовательной линии и руководство по внедрению V1.02 ([www.modbus.org](http://www.modbus.org)).]

После последних узлов сети с обеих сторон необходимы согласующие резисторы линии (LT) для устранения отражений в сети. Согласно стандарту RS-485, эти LT имеют типичное значение от 120 до 150 Ом. Никогда не подключайте к сети более двух LT и никогда не размещайте LT на отводящем кабеле. Чтобы минимизировать шум в сети при отсутствии передачи, требуется повышающий и понижающий резистор. Типичные значения обоих резисторов находятся в диапазоне от 650 до 850 Ом.



**Рисунок 4.10.1** Подключение МПП 402.16131 к типичной сети RS-485

## 5 Связь с пиранометрами МПП 402.16131

### 5.1 Протокол Modbus

Датчики Мераприбор Modbus и met[LOG] соответствуют спецификации организации Modbus: «MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION V1.1b3» (см. [www.modbus.org](http://www.modbus.org)).

### 5.2 Кодирование данных

MODBUS использует формат «big-endian» для адресов и данных. Это означает, что если значение передается в числовом формате, превышающем один байт, первым отправляется «самый значимый байт». Для значений, выходящих за пределы одного регистра (например, 32 бита), это четко не указано для Modbus. В этих случаях (32-битные или 64-битные) датчики Мераприбор Modbus используют числовой формат с прямым порядком байтов.

Пример Big-Endian:

Значение размера регистра

16 - биты 0x1234 передаются в порядке: 0x12 0x34.

Пример big-endian (32-битная или 64-битная версия):

Значение размера регистра

32 - биты 0x12345678 передаются в порядке: 0x12 0x34 0x56 0x78.

### 5.3 Адрес устройства

#### Адреса 1...247 разрешены для Modbus.

Предупреждение. Использование одного и того же адреса Modbus для нескольких устройств приведет к неравномерному функционированию всей сети.

### 5.4 Стандартная конфигурация – по умолчанию

Скорость передачи данных: Адрес: 19200 бод Каждый тип датчика (или серия) имеет свой собственный адрес по умолчанию.

**Таблица 5.4.1** Адреса датчиков Мераприбор по умолчанию

Адрес	Датчик
1	Скорость ветра
2	Направление ветра
3	Осадки: дождь[e]
4	ТНР
5	EOLOS IND
6	com[b]
7	PREOS
8	ARCO
9	u[sonic]
10	Пиранометр второго класса
11	Вторичный стандартный пиранометр
12	Преобразователь PT100 в Modbus (температура)

Байтовый кадр по стандарту MODBUS для режима RTU: 8E1 (1 стартовый бит, 8 бит данных, 1 бит четности (четности), 1 стоповый бит)

## 5.5 Настройки кода Modbus

**Датчики Мераприбор поддерживают следующие команды:**

- Команда чтения входного регистра: 0x04 (Чтение измеренных значений)
- Команда записи нескольких регистров: 0x10 (Запись данных датчика)

## 5.6 Регистр измеренных значений и параметров

Метеосистема Modbus предоставляет измеренные значения в диапазоне регистров 30001. Адреса регистров с 30001 по 35000 применимы ко всем датчикам Мераприбор Modbus, но доступны или действительны только в том случае, если соответствующий датчик поддерживает соответствующие значения (например, датчик чистого ветра не обеспечивает влажность воздуха).

**Таблица 5.6.1** Измеренные значения, предоставляемые МПП 402.16131

Адрес регистра	Параметр	Единицы измерения	Коэф.	Описание	Тип данных
31401	Мгновенные значения глобальной радиации	Вт/м <sup>2</sup>	10	1-десятичное число	INT
31402	Глобальная радиация – среднее значение с момента последнего получения данных	Вт/м <sup>2</sup>	10	1-десятичное число	INT
31403	Глобальная радиация – максимальное значение с момента последнего получения данных	Вт/м <sup>2</sup>	10	1-десятичное число	INT
31404	Глобальная радиация – минимальное значение с момента последнего получения данных	Вт/м <sup>2</sup>	10	1-десятичное число	INT
31501	Мгновенные значения глобальной радиации (High-WORD) (с температурной компенсацией)	Вт/м <sup>2</sup>	100	2-десятичное число Регистр 31501+31502 следует читать в одной последовательности. (код функции 0x04)	LONG
31502					

Регистр 31501 + 31502, Мгновенные значения глобального излучения, обеспечивает выходную мощность солнечного излучения в 0,01 Вт/м<sup>2</sup>. Указанное значение необходимо разделить на 100, чтобы получить значение в Вт/м<sup>2</sup>. MSW и LSW следует читать вместе в одном запросе.

**Примечание.** Значения из регистров с максимальными (31403) и минимальными значениями (31404) автоматически сбрасываются, как только будет считан регистр (31402) со средними значениями.

Датчики 16103.5 выдают 0xD8F1=-9999 (16 бит) или 0xFF676981=-9999999 (32 бита) в качестве кода ошибки или недопустимого значения.

**Примечание.** Индивидуальное считывание связанных регистров (например, 31501 и 31502) не допускается.

## 5.7 Регистры дополнительных значений (Сервис)

**Таблица 5.7.1**

Адрес регистра	Параметр	Единицы измерения	Козф.	Описание	Тип данных
6	Температура корпуса датчика	°C	100	2-десятичное число	INT

Регистр 6, температура корпуса прибора, отображает температуру корпуса прибора с точностью до 0,01 °C. Данные необходимо разделить на 100, чтобы получить значение в °C.

## 5.8 Параметры датчика/параметры конфигурации

**Таблица 5.8.1** Регистры конфигурации

Адрес регистра	Параметр	Единицы измерения	Делитель	Описание	Тип данных
40001	Адрес устройства Modbus		1	Допускаются адреса 1...247.	INT
40200	Скорость передачи данных		0,01	96=9600 192=19200 384=38400	INT
46000	Количество регистров отображения*		1	Содержит номер занятых регистров отображения для автоконфигурации 16131,5 = 6	INT

\* Подробнее о регистрах автоконфигурации см. Приложение

Регистр 40001, адрес устройства Modbus, содержит адрес Modbus датчика. Это позволяет ведущему устройству Modbus обнаружить ведомое устройство МПП 402.16131 в своей сети. Адрес может быть изменен; значение адреса должно находиться в диапазоне от 1 до 247. Адрес Modbus по умолчанию — 11.

**Примечание:** Датчик необходимо перезапустить, прежде чем изменения вступят в силу.

Регистр 40200, скорость передачи данных, используется для ввода настроек скорости передачи данных. Структура последовательной передачи данных составляет 8 бит данных, четность и 1 стоповый бит. Настройка по умолчанию — 19200 бод.

**Примечание:** Датчик необходимо перезапустить, прежде чем изменения вступят в силу.

**Таблица 5.8.2** Формат данных

ФОРМАТ ДАННЫХ	ОПИСАНИЕ
uINT	Беззнаковое 16-битное целое число
INT	16-битное целое число со знаком
uLONG	Беззнаковое 32-битное целое число
LONG	32-битное целое число со знаком

Формат данных включает целые числа со знаком и без знака. Разница между этими типами заключается в том, что целое число со знаком передает отрицательные значения, что уменьшает диапазон целого числа вдвое. За один запрос можно запросить до пяти 16-битных регистров; если запрашивается шесть или более регистров, следует использовать несколько запросов.

Если формат данных представляет собой 32-битное целое число со знаком или без знака, первый полученный регистр — это самое старшее слово (MSW), а второй регистр — самое младшее слово (LSW). Таким образом, два 16-битных регистра зарезервированы для 32-битного целого числа. MSW и LSW необходимо читать вместе в одном запросе. Это необходимо для того, чтобы оба регистра содержали данные одного внутреннего измерения.

### **5.9 Сетевое общение: начало работы**

После получения правильного адреса Modbus и настроек связи пиранометр МПП 402.16131 можно подключить напрямую к сети RS-485 и источнику питания.

Установка МПП 402.16131 в сети также требует настройки связи для данного нового устройства Modbus. Обычно это заключается в определении запроса, который может быть передан мастер-устройством.

Типичная операция требует, чтобы мастер делал запрос данных об освещенности в регистрах 31501 + 31502 каждую 1 секунду и сохранял средние значения за 60 секунд. Формат данных регистра 31501 + 31502 представляет собой 32-битное целое число со знаком.

**Примечание:** За один запрос можно запросить до пяти 16-битных регистров. Если за один запрос запрошено шесть или более регистров, МПП 402.16131 не ответит. При запросе шести или более регистров следует использовать несколько запросов: МПП 402.16131 ответит ожидаемым образом.

### **5.10 Адаптация адреса Modbus и настроек связи**

Задать адрес прибора и скорость передачи данных можно разными способами:

- подключив датчик к ПК и используя инструмент тестирования Modbus. Ссылки на различные решения доступны по адресу [www.modbus.org](http://www.modbus.org);
- с помощью доступного программного обеспечения сетевого пользовательского интерфейса.

Адрес Modbus хранится в регистре 40001 и имеет значение по умолчанию 11. Пользователь может изменить адрес на значение в диапазоне от 1 до 247. Значение адреса должно быть уникальным в сети. Настройки связи хранятся в регистре 1.

Кадр связи по умолчанию составляет 19200 бод, с битом четности, 8 битами данных и 1 стоповым битом. После записи нового адреса или настройки связи датчик необходимо перезапустить.

## 6. Техническое обслуживание и устранение неисправностей

### 6.1 Рекомендуемое техническое обслуживание и обеспечение качества

Пиранометр МПП 402.16131 может выполнять надежные измерения при минимальном уровне обслуживания в большинстве условий. Обычно ненадежные измерения обнаруживаются как неоправданно большие или малые измеренные значения. Как правило, получение надежных измерений обеспечивается регулярным визуальным осмотром в сочетании с критическим анализом измеренных данных, желателен сверкой с другими измерениями.

**Таблица 6.1.1** Рекомендуемое обслуживание МПП 402.16131.

По возможности, анализ и очистку данных (1 и 2) следует проводить ежедневно.

	Интервал	Предмет	Действия
1	1 неделя	Анализ данных	Сравните измеренные данные с максимально возможным/максимально ожидаемым излучением и с другими измерениями поблизости (резервные инструменты). Также в качестве источника ожидаемых значений могут использоваться исторические сезонные записи. Анализируйте сигналы в ночное время. Эти сигналы могут быть отрицательными (до $-5 \text{ Вт/м}^2$ в ясные безветренные ночи) из-за смещения нуля а. В случае использования фотоэлектрических систем сравните дневные измерения с выходными данными фотоэлектрической системы. Ищите любые закономерности и события, которые отклоняются от того, что является нормальным или ожидаемым.
2	2 недели	Очистка	Для очистки купола прибора используйте мягкую ткань. Стойкие пятна можно удалить мыльной водой или спиртом.
3	6 месяцев	Инспекция	Проверьте качество кабеля, разъемы, монтажное положение, очистите прибор, очистите кабель, проверьте выравнивание, измените наклон инструмента, если он не соответствует техническим характеристикам, проверьте монтажное соединение, проверьте внутреннюю часть купола на наличие конденсата.
4	2 года	Замена осушителя	Срок службы осушителя составляет минимум 2 года. Если пользователь хочет заменить влагопоглотитель самостоятельно, то он будет делать это на свой страх и риск и должен выполнять все действия только в рабочей среде, безопасной для электростатического разряда. Нижнюю пластину МПП 402.16131 следует снять, открутив 3 винта T10 отверткой Torx T0. Мешок с осушителем приклеен лентой к нижней пластине пиранометра МПП 402.16131. Следует соблюдать осторожность при установке нижней пластины на МПП 402.16131.
5	2 года	Перекалибровка	Повторная калибровка путем параллельного сравнения с прибором более высокого стандарта в полевых условиях в соответствии с ISO 9847.
6		Оценка срока службы	Оцените, может ли прибор быть надежным еще 2 года или его следует заменить.
7	6 лет	Замена деталей	Если применимо/необходимо, замените детали, наиболее подверженные старению и атмосферным воздействиям: кабель, разъем. ПРИМЕЧАНИЕ. Используйте только детали, одобренные производителем.

## 6.2 Устранение неполадок

**Таблица 6.2.1** Устранение неполадок для 00.16131.501030 и 00.16131.501040

Общее	Осмотрите прибор на предмет поврежденных. Проверьте, правильно ли подсоединен разъем. Проверьте состояние разъемов (шасси, а также кабеля). Проверьте, получает ли датчик питание постоянного тока в диапазоне от 5 до 30 В. Проверьте подключение экрана (обычно не подключаемого со стороны сети). Проверьте подключение источника питания датчика, обычно заземление (-) подключено к общей сети.
Подготовка к тестированию в помещении	Установите инструмент Modbus на ПК. Оснастите ПК связью RS-485. Подайте напряжение постоянного тока на датчик и установите связь с датчиком. При включении питания сигнал может иметь временный выходной уровень, отличный от нуля; смещение. Пусть это смещение урегулируется.
Датчик не подает никакого сигнала	Проверьте, реагирует ли датчик на свет: подставьте датчик под сильный источник света, например лампочку мощностью 100 Вт, на расстоянии 0,1 м. Сигнал должен показывать > 100 Вт/м <sup>2</sup> . Затемните датчик, накрыв его чем-нибудь или выключив свет. Выходное напряжение прибора должно снизиться и в течение одной минуты приблизиться к 0 Вт/м <sup>2</sup> . Проверьте сбор данных, заменив датчик запасным датчиком с тем же адресом.
Нет связи с датчиком	Проверьте все физические соединения с датчиком и попробуйте подключиться к датчику еще раз. Если связь невозможна, попробуйте выяснить, верны ли адрес и настройки связи. Проверьте характеристики кабеля, измеряя сопротивление от контактов до концов кабеля. Электрическое сопротивление должно быть < 10 Ом. В случае сомнений попробуйте новый кабель. Если все физические соединения правильны, а датчик по-прежнему не удается найти, обратитесь на завод-изготовитель, чтобы отправить датчик производителю для диагностики и обслуживания.
Датчик не отвечает на запрос 6 и более регистров	Невозможно запросить более пяти 16-битных регистров за один запрос. В случае запроса шести и более регистров за один запрос датчик не ответит. Если запрашивается шесть или более регистров, используйте несколько запросов: датчик ответит ожидаемым образом.
Сигнал датчика нереально высокий или низкий	Обратите внимание, что ночные сигналы могут быть отрицательными (до -5 Вт/м <sup>2</sup> в ясные безветренные ночи в стандартном режиме работы) из-за смещения нуля а. Проверьте, чистые ли купола пиранометра. Проверьте расположение пиранометра; имеются ли какие-либо препятствия, которые могли бы объяснить результат измерения. Проверьте ориентацию/выравнивание пиранометра. Проверьте кабель на наличие обрывов. Проверьте состояние разъемов (на шасси, а также кабеля).
Сигнал датчика показывает неожиданные изменения	Проверьте наличие сильных источников электромагнитного излучения (радар, радио). Проверьте состояние и подключение экрана. Проверьте состояние кабеля датчика. Проверьте, не движется ли кабель во время измерения. Проверьте состояние разъемов (на корпусе, а также на кабеле)
На внешнем куполе виден внутренний конденсат	В случае наличия незначительного, едва заметного слоя влаги, организуйте отправку датчика производителю для диагностики и обслуживания.
Внутренний купол показывает внутреннюю конденсацию	Организируйте отправку датчика производителю для диагностики и обслуживания.

**Таблица 6.2.2** Устранение неполадок модели 00.16131.501000

Датчик не подает никакого сигнала	<p>Проверьте электрическое сопротивление датчика между серым (-) и белым (+) проводом. Используйте мультиметр в диапазоне 1000 Ом. Сначала измерьте сопротивление датчика с одной полярностью, а затем поменяйте полярность. Возьмите среднее значение. Типичное сопротивление проводки составляет 0,1 Ом/м. Типовое сопротивление должно соответствовать типичному сопротивлению датчика от 50 до 150 Ом плюс 1,5 Ом для общего сопротивления двух проводов (туда и обратно) длины используемого кабеля. Бесконечное сопротивление указывает на разрыв цепи; ноль или низкое сопротивление указывает на короткое замыкание. Проверьте, реагирует ли датчик на свет: установите мультиметр на наиболее чувствительный диапазон измерения напряжения постоянного тока, обычно диапазон <math>100 \times 10^{-3}</math> В постоянного тока или ниже. Поднесите датчик к источнику сильного света, например, к лампочке мощностью 100 Вт, на расстоянии <math>1 \times 10^{-1}</math> м. Сигнал должен читать <math>&gt; 2 \times 10^{-3}</math> В. Затемните датчик, накрыв его чем-нибудь или выключив свет. Выходное напряжение прибора должно снизиться и в течение одной минуты приблизиться к 0 В. Проверьте сбор данных, подав на него источник <math>1 \times 10^{-6}</math> В в диапазоне <math>1 \times 10^{-6}</math> В. Проверьте состояние разъемов (на шасси, а также кабеля).</p>
Сигнал датчика нереально высокий или низкий	<p>Обратите внимание, что сигналы в ночное время могут быть отрицательными из-за смещения нуля а и смещения нагрева при использовании нагревателя. Уровень смещения нуля а может составлять до <math>-5</math> Вт/м<sup>2</sup>, смещение из-за нагрева может составлять <math>-8</math> Вт/м<sup>2</sup>. Проверьте, чистые ли купола пиранометра. Проверьте расположение пиранометра; имеются ли какие-либо препятствия, которые могли бы объяснить результат измерения. Проверьте ориентацию/выравнивание пиранометра. Проверьте, правильный ли калибровочный коэффициент введен в алгоритм. Обратите внимание, что каждый датчик имеет свой индивидуальный калибровочный коэффициент, указанный в сертификате калибровки. Проверьте, делится ли показание напряжения на калибровочный коэффициент при просмотре алгоритма. Проверьте состояние проводки регистратора. Проверьте кабель на наличие обрывов. Проверьте состояние разъемов (на шасси, а также кабеля). Проверьте диапазон регистратора данных; сигнал может быть отрицательным (он может выходить за пределы допустимого диапазона) или амплитуда может выходить за пределы допустимого диапазона. Проверьте сбор данных, подав на него источник <math>1 \times 10^{-6}</math> В в диапазоне <math>1 \times 10^{-6}</math> В. Посмотрите на результат. Проверьте, соответствует ли результат ожидаемому. Проверьте сбор данных, замкнув вход сбора данных резистором сопротивлением 100 Ом. Посмотрите на результат. Проверьте, близка ли выходная мощность к 0 Вт/м<sup>2</sup>.</p>
Сигнал датчика показывает неожиданные изменения	<p>Проверьте наличие сильных источников электромагнитного излучения (радар, радио). Проверьте состояние экранирования. Проверьте состояние кабеля датчика. Проверьте, не движется ли кабель во время измерения. Проверьте состояние разъемов (на корпусе, а также на кабеле)</p>
На внешнем куполе виден внутренний конденсат	<p>В случае наличия незначительного, едва заметного слоя влаги, организуйте отправку датчика производителю для диагностики и обслуживания.</p>
Внутренний купол показывает внутреннюю конденсацию	<p>Организуйте отправку датчика производителю для диагностики и обслуживания.</p>

## 7 Приложения

### 7.1 Автоматическая настройка метеосистемы

Датчики Modbus от "Мераприбор" обеспечивают возможность автоматической настройки. Для автоматической конфигурации адреса регистров измеренных значений и данные датчиков, доступные в диапазоне регистров от 30001 до 35000, перечислены как последовательные значения в датчиках "Мераприбор" в диапазоне регистров от 46001 до 49000. Регистры от 46001 до 49000 можно считывать только как блок! Длина блока или количество доступных регистров сопоставления находится в регистре временного хранения 46000.

**Таблица 7.1.1** Количество регистров сопоставления

Адрес егистра	Параметр	Единицы измерения	Делитель	Описание	Тип данных
46000	Количество регистров сопоставления		1	Содержит номера занятых регистров отображения для автоконфигурации 16103,5 = 6	INT

Поскольку адреса в диапазоне от 30001 до 35000 применимы ко всем датчикам "Мераприбор", адрес из этого диапазона также является представителем типа измеряемой величины.

Например, в регистре 30401 всегда содержится текущее значение температуры воздуха. Если этот адрес регистра не включен в список в диапазоне регистров от 46001 до 49000, подключенный датчик Modbus не передает данные о температуре воздуха.

Если автоконфигурация запускается с регистратором данных, он запрашивает доступные регистры сопоставления на каждом COM-интерфейсе в диапазоне адресов устройства 1–25. Для этого количество регистров сопоставления считывается из регистра 46000, а диапазон регистров, начиная с 46001, считывается как блок.

В таблице ниже приведены значения конфигурации отдельным (возможным) регистрам мгновенных значений датчиков. Некоторые датчики предоставляют регистры со средним, минимальным и максимальным значениями или дополнительными значениями, выходящими за рамки этой спецификации. Поэтому неизвестные адреса регистров (или регистры, которые не требуются) должны игнорироваться во время автоматической настройки.

**Стандартные регистры для автоконфигурации**

Адрес регистра	Параметр	Ед. изм.	Козф.	Описание	Тип данных	Код функц.	Тип хранилища !16 бит
30001	Мгновенное значение скорости ветра	м/с	10	1-десятичное число	INT	0x04	Big-Endian WORD
30201	Мгновенное значение направление ветра	°	10	1-десятичное число	INT	0x04	Big-Endian WORD
30401	Мгновенное значение температуры воздуха	°С	10	1-десятичное число	INT	0x04	Big-Endian WORD
30601	Мгновенное значение влажности	%r.h.	10	1-десятичное число	INT	0x04	Big-Endian WORD
30701	Мгновенное значение точки росы	°С	10	1-десятичное число	INT	0x04	Big-Endian WORD
30801	Мгновенное значение атмосферного воздуха	гПа	10	1-десятичное число	INT	0x04	Big-Endian WORD
31001	Количество осадков	мм	10	1-десятичное число	INT	0x04	Big-Endian WORD
31101	Количество осадков (High-WORD)	мм	1000	3-десятичное число Регистры 31101 + 31102 можно считывать только вместе (Код функции 0x04)	LONG	0x04	Big-Endian LONG
31102	Количество осадков (Low-WORD)					0x04	
31201	Интенсивность осадков 1-минутное скольжение	мм/мин	1000	среднее (1 мин.) 3-десятичное число Временная база = 1 мин. Скорость измерений = 6 раз в минуту.	INT	0x04	Big-Endian WORD
31401	Мгновенное значение глобальной радиации	Вт/м <sup>2</sup>	10	1-десятичное число	INT	0x04	Big-Endian WORD
31501	Мгновенные значения глобальной радиации (High-WORD) (с температурной компенсацией)	Вт/м <sup>2</sup>	100	2-десятичное число Регистры 31501 +31502 можно считывать только вместе. (Код функции 0x04)	LONG	0x04	Big-Endian WORD
31502	Мгновенные значения глобальной радиации (Low-WORD) (с температурной компенсацией)					0x04	
31591	Мгновенные значения глобальной радиации (High-WORD) (без компенсации)	Вт/м <sup>2</sup>	100	2-десятичное число Регистры 31591 +31592 можно считывать только вместе. (Код функции 0x04)	LONG	0x04	Big-Endian WORD
31592	Мгновенные значения глобальной радиации (Low-WORD) (без компенсации)					0x04	

Регистры можно считывать только как блок! Длина блока или количество доступных регистров сопоставления находится в регистре временного хранения 46000.

Например, регистры с 46001 по 46006 из 16103.5 содержат действительные адреса. Регистр временного хранения 46000 содержит количество регистров «б», все 6 регистров должны быть считаны в блоке с кодом функции 0x04. Слишком много регистров или слишком мало приводит к сообщению об ошибке.

**Таблица 7.1.3 Регистры отображения для автоконфигурации**

Адрес регистра	Значение регистра	Единица измерения	Коеф.	Описание	Тип данных
46001	31401	Адрес регистра	1	Мгновенные значения глобальной радиации	INT
46002	31402	Адрес регистра	1	Глобальная радиация – среднее значение с момента последнего получения данных	INT
46003	31403	Адрес регистра	1	Глобальная радиация – максимальное значение с момента последнего получения данных	INT
46004	31404	Адрес регистра	1	Глобальная радиация – минимальное значение с момента последнего получения данных	INT
46005	31501	Адрес регистра	1	Мгновенные значения глобального излучения (High-WORD) (с температурной компенсацией)	INT
46006	31502	Адрес регистра	1	Мгновенные значения глобального излучения (Low-WORD) (с температурной компенсацией)	INT

**Примечание 1:** Обычно у пиранометра 00.16103.501060 за один запрос можно запросить максимум пять 16-битных регистров. За один запрос можно запросить только 6 регистров сопоставления для автоконфигурации. Для всех остальных регистров применяется правило: при запросе шести или более регистров используйте несколько запросов.