

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор
ООО «НПО «АТТЕХ»


Ю.Б. Аганов

МП
« 16 » июня 2017 г.



Профилемер метеорологический температурный МТР-5

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

АТМР 416311.001 РЭ



СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ.....	3
2 ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ.....	4
2.1 Физические основы термического зондирования.....	4
2.2 Восстановление профиля температуры.....	4
2.3 Процедура калибровки.....	5
3 ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ.....	6
3.1 Состав прибора.....	6
3.2 Маркировка и пломбирование.....	6
3.3 Технические характеристики.....	7
3.4 Сведения о программном обеспечении.....	8
4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОФИЛЕМЕРА.....	9
4.1 Общие рекомендации.....	9
4.2 Минимальные необходимые требования.....	9
4.3 Меры безопасности.....	10
4.4 Начало проверок.....	11
4.4.1 Проверка комплекта поставки.....	11
4.4.2 Лабораторное тестирование.....	11
4.5 Проведение измерений.....	12
4.6 Перечень возможных неисправностей.....	12
4.7 Обслуживание.....	13
4.8 Хранение.....	13
4.9 Транспортирование.....	13
5 ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ.....	13
6 ГАРАНТИЯ.....	13
7 ПОВЕРКА.....	14

1 ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Руководство по эксплуатации (РЭ) предназначено для ознакомления обслуживающего персонала с принципами работы и устройством профилемера метеорологического температурного МТР-5 (далее – профилемер), его использования и технического обслуживания.

Профилемер предназначен для дистанционного измерения профиля температуры атмосферы в диапазоне высот от уровня установки прибора до 1000 м.

Он может быть использован в системах экологического мониторинга крупных городов, промышленных предприятий, при составлении краткосрочных прогнозов погоды, а также при комплексных научных экспериментах по исследованиям метеорологических параметров нижних слоев атмосферы.

Профилемер состоит из измерительного блока, температурного датчика, блока питания и основания для установки прибора. В состав измерительного блока входят приемник теплового излучения атмосферы, сканирующее устройство с шаговым двигателем, зеркалом-рефлектором, датчиками положения рефлектора и метеозащита с радиопрозрачным окном.

Прием теплового излучения атмосферы ($f = 56,6$ ГГц) с разных угломестных направлений производится путем механического вращения зеркала-рефлектора, установленного на одной геометрической оси с неподвижной антенной приемника. Излучение атмосферы, пропорциональное температуре T , К для каждого угломестного направления подается на вход приемника и преобразуется на его выходе в пропорциональное значению напряжению постоянного тока. Усиленный и протектированный сигнал подается на вход платы микропроцессора, связанной с персональной ЭВМ. Измеренный сигнал по специальной программе преобразуется в профиль температуры атмосферы. График распределения температуры атмосферы по высоте отображается на дисплее ЭВМ и хранится в архиве измеренных профилей температур.

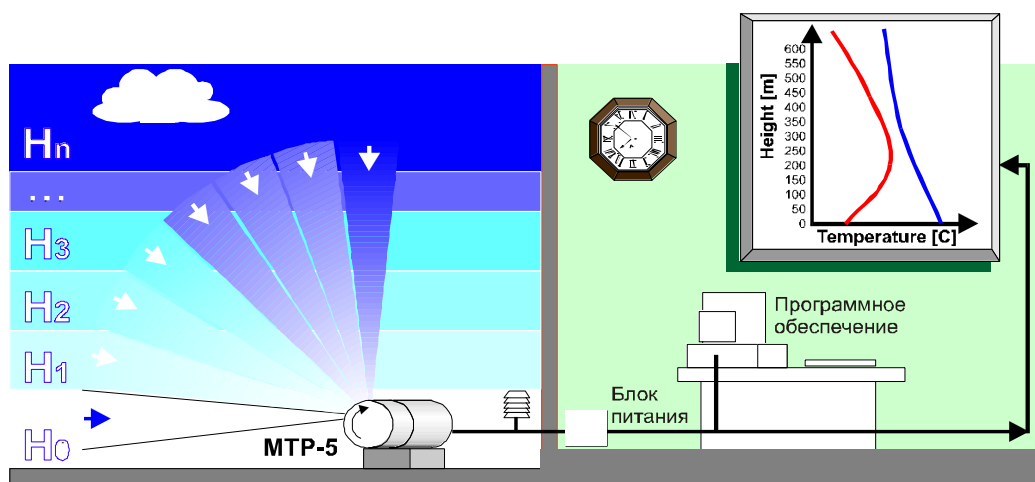


Рис.1.1 дает представление о конфигурации системы МТР-5.

2 ПРИНЦИП ИЗМЕРЕНИЯ

2.1 Физические основы термического зондирования

Физической основой термического зондирования пограничного слоя является использование собственного теплового радиоизлучения атмосферы в максимуме полосы поглощения кислорода $\nu \approx 56,6$ ГГц, где эффективная толщина слоя, формирующего излучение (толщина скин-слоя), составляет величину ~ 500 метров. Как обычно, под толщиной слоя, формирующего излучение, понимается высота H_B от поверхности Земли, на которой поглощение $\tau(H_B) = \frac{1}{\cos \theta} \int_0^{H_B} \gamma_\nu(h) dh = 1$ становится равным единице. Для пограничного слоя с достаточной степенью точности можно считать коэффициент поглощения $\gamma_\nu(h) \approx \text{const} \approx \gamma_\nu(0)$ и $H_B = \cos \theta / \gamma_\nu(0) \approx 500 \cos \theta$ м, где θ - зенитный угол зондирования. Таким образом, термическое зондирование пограничного слоя осуществляется приемом радиоизлучения атмосферы на различных зенитных углах в диапазоне $\theta = 0 - 90^\circ$. При этом толщина слоя, формирующего излучение, меняется в пределах $H_B \approx 0 - 500$ м. Важно, что в скин-слое формируется только $\sim 63\%$ интенсивности излучения, а в двойном $2H_B$ уже $\sim 87\%$. Таким образом, в принимаемом излучении содержится информация о температуре $T(h)$ в слое 0-1000 метров. В качестве исходной величины для получения физической информации об атмосфере в радиодиапазоне обычно используют значение яркостной температуры T_J , выражение для которой в нашем случае имеет вид:

$$T_J(\theta) = \frac{1}{\cos \theta} \int_0^H T(h) \gamma_\nu(h, T) \exp \left(- \frac{1}{\cos \theta} \int_0^h \gamma_\nu(h', T) dh' \right) dh = \int_0^H T(h) K(h, \theta) dh, \quad (2.1)$$

где $H \approx 2$ км – верхняя граница, выше которой вкладом атмосферы в радиоизлучение можно пренебречь, K – ядро, характеризующее количественный вклад температуры различных высотных слоев в радиоизлучение (2.2).

$$K(\nu, \theta, h) = \frac{1}{\cos \theta} \cdot \gamma_\nu(h) \cdot \exp \left(- \frac{1}{\cos \theta} \int_0^h \gamma_\nu(h') dh' \right) \quad (2.2)$$

Уравнение (2.1) является уравнением Фредгольма 1-го рода, решение которого, как известно, является некорректной задачей. Специфика радиоизлучения атмосферы в области 56.6 ГГц такова, что водяной пар, облаков, туманов и дождей слабой интенсивности никак не сказывается на значениях измеряемой интенсивности радиоизлучения атмосферы.

2.2 Восстановление профиля температуры

Восстановление высотного профиля температуры тропосферы $T(h)$ осуществляется методом статистической регуляризации. Исходное уравнение (2.1) линеаризуется путем подстановки экстраполированных значений температуры $T^\partial(h)/23$ в ядро $K(h, \nu, \theta, T(h))$ с помощью следующего преобразования

$$\begin{aligned}
\delta T_{\text{я}} &= T_{\text{я}} - T_{\text{я}}^{\text{э}} = \int_0^H T(h)k(h, \nu, \theta, T(h))dh - \int_0^H T^{\text{э}}(h)K(h, \nu, \theta, T(h))dh + \\
&+ \int_0^H T(h)K(H, \nu, \theta, T^{\text{э}}(h))dh - \int_0^H T^{\text{э}}(h)K(h, \nu, \theta, T^{\text{э}}(h))dh = \\
&= \int_0^H T(h)[K(h, \nu, \theta, T(h)) - K(h, \nu, \theta, T^{\text{э}}(h))]dh + \int_0^H [T(h) - T^{\text{э}}(h)]K(h, \nu, \theta, T^{\text{э}}(h))dh
\end{aligned} \quad (2.3)$$

Вводя обозначения $\delta T(h) = T(h) - T^{\text{э}}(h)$ и $I_T = \int_0^H T(h)[K(h, \nu, \theta, T(h)) - K(h, \nu, \theta, T^{\text{э}}(h))]dh$ и выделяя в

левой части уравнения ошибку измерений $\Delta T_{\text{я}}$ в явном виде имеем

$$\delta T_{\text{я}} + \Delta T_{\text{я}} - I_T = \int_0^H \delta T(h)K(h, \nu, \theta, T^{\text{э}}(h))dh \quad (2.4)$$

Количественные оценки показали, что среднеквадратичное значение I_T в диапазоне $\nu = 53,5 \div 56$ ГГц даже в зенитном направлении составляет только $0,4 \div 0,1$ К соответственно, а при $\theta = 60^\circ$ – близко к 0 /24/. Следовательно, в (2.4) интегралом I_T можно пренебречь по сравнению с ошибками измерений $\Delta T_{\text{я}}$. Заметим, что проведение одной итерации уменьшает I_T еще примерно в 5-7 раз. Поэтому восстановление осуществлялось из решения линейного уравнения

$$\delta T_{\text{я}} + \Delta T_{\text{я}} = \int_0^H \delta T(h)K(h, \nu, \theta, T^{\text{э}}(h))dh \quad (2.5)$$

После алгебраизации путем линейной аппроксимации температуры на отрезке (h_i, h_{i+1}) уравнение (2.5) решается методом статистической регуляризации, в результате применения которого решение получается в виде вектора

$$\delta T = (K^*VK + B_{TT}^{-1})^{-1} K^*V\delta T_{\text{я}} \quad (2.6)$$

где B_{TT} – ковариационная матрица температуры, K – матрица, получаемая при алгебраизации уравнения (2.5); K^* – транспонированная матрица; V – матрица ошибок измерений. Система (2.6) решается стандартными методами линейной алгебры.

2.3 Процедура калибровки.

Важнейшей частью профилемера является одноканальный приемник (радиометр). Приемник имеет чувствительность не хуже 0,1 К при постоянной времени интегрирования 1 секунда. Частота модуляции приемника – 1 кГц. Поскольку центральная частота приемника соответствует максимуму полосы поглощения молекулярного кислорода (14 дБ/км), радиояркая температура принимаемого с горизонтального направления излучения практически равна кинетической температуре атмосферы у поверхности Земли. Это дает возможность использовать излучение атмосферы в этом направлении в качестве почти идеального черного тела. Используя естественное изменение температуры у поверхности Земли в течение нескольких часов, можно получить

калибровочную характеристику радиометра (т.е. зависимости выходного кода приемника от температуры атмосферы). Коэффициент передачи характеризуется свойствами антенно-фидерного тракта, характеристикой приемника и определяется на этапе тестирования оборудования. Стабильность коэффициента передачи приемника гарантируется предприятием изготовителем. Смещение может быть определено с использованием контактного датчика температуры, установленного рядом с профилимером.

3 ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

3.1 Состав прибора

В состав профилемера входят:

Наименование	Обозначение	Количество
Блок измерительный	АТМР 416311.001.001	1
Датчик температуры с метеозащитой	АТМР 416311.001.002	1
Блок питания	АТМР 416311.001.003	1
Основание	АТМР 416311.001.004	1
Кабели соединительные	АТМР 416311.001.005	1
Руководство по эксплуатации	АТМР 416311.001 РЭ	1
Паспорт МТР-5	АТМР 416311.001 ПС	1
Методика поверки	АТМР 416311.001 МП	1
Программное обеспечение		1



Рис.3.1. Общий вид профилемера МТР-5

1 блок измерительный, 2 установочная платформа (основание), 3 датчик температуры с метеозащитой, 4 комплект соединительных кабелей, 5 блок питания

3.2 Маркировка и пломбирование

Прибор должен иметь следующую маркировку: на измерительном блоке - наименование, обозначения разъемов, товарный знак предприятия, изображение знака утверждения типа средства измерений, который наносится на заднюю панель, табличку, на которой указываются порядковый номер в системе нумерации предприятия-изготовителя, год и месяц выпуска прибора.

Места пломбирования: на измерительном блоке пломбируется один из винтов, которым крышка крепится к основанию цилиндра в соответствии с рис. 3.1.

3.3 Технические характеристики.

Доверительные границы (при доверительной вероятности $P = 0,95$) абсолютной погрешности измерений термодинамической температуры приземного слоя атмосферы внешним датчиком температуры профилемера МТР-5, °С	$\pm 0,35$
Нелинейность градуировочной характеристики микроволнового приемника теплового излучения атмосферы, %	± 5
Чувствительность микроволнового приемника теплового излучения атмосферы при постоянной времени $\tau = 1$, К	0,1
Относительная нестабильность коэффициента передачи микроволнового приемника теплового излучения атмосферы в рабочих условиях эксплуатации за 18 часов, %	$\pm 0,5$
Центральная частота микроволнового приемника теплового излучения атмосферы, ГГц	$56,6 \pm 0,1$
Ширина амплитудно-частотной характеристики микроволнового приемника теплового излучения атмосферы по уровню минус 10 дБ, ГГц	0,6
Ширина диаграммы направленности антенной системы по уровню минус 3 дБ, не более	3°
Диапазон измерений радиояркостной температуры, К	от 224 до 324
Доверительные границы абсолютной погрешности измерений радиояркостной температуры атмосферы (при доверительной вероятности $P = 0,95$), К	$\pm 1,2$
Диапазон измерений термодинамической температуры атмосферы, °С	от -50 до + 50
Доверительные границы абсолютной погрешности измерений термодинамической температуры атмосферы (при доверительной вероятности $P = 0,95$), °С	$\pm 2,5$
Диапазон высот измерений профиля термодинамической температуры атмосферы от уровня установки, м	от 0 до 1000
Пределы допускаемой относительной погрешности определения высоты измеряемых слоев атмосферы, %	± 25
Дискретность представления профиля термодинамической температуры атмосферы, м, не более:	
– в диапазоне высот от 0 до 100 м	25
– в диапазоне высот от 100 до 1000 м	50
Длительность однократного цикла измерений профиля термодинамической температуры атмосферы, мин, не более	5
Стабильность поддержания температуры системы терморегулирования, °С	40 ± 2
Время установления рабочего режима после включения питания, мин, не более	60

Параметры электрического питания:

– напряжение переменного тока, В	230 ± 23
– частота переменного тока, Гц	50 ± 1
Масса измерительного блока, кг, более	25

Габаритные размеры измерительного блока, мм, не более:

– длина	810
– диаметр	390

Рабочие условия применения:

– температура окружающего воздуха, °С	от –50 до +50
– атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	от 84,0 до 106,7 (от 630 до 800)
– относительная влажность воздуха при температуре +25 °С, %, не более	95

Сведения о надежности:

средняя наработка на отказ в нормальных условиях, ч, не менее	10000
---	-------

3.3 Сведения о программном обеспечении

3.3.1 Идентификационные данные метрологически значимого ПО приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Идентификационные данные (признаки) ПО профилемера МТР-5

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	МТР5РЕ.exe
Номер версии (идентификационный номер) ПО	14.0.20120406
Цифровой идентификатор ПО	1 062 912 (размер файла в байтах, на диске 1064960))

3.3.2 Идентификация программного обеспечения

Подключить профилемер к порту PS232 персонального компьютера (далее – ПК). Включить питание профилемера тумблером «On/Off» на блоке питания, включить ПК.

Запустить программу **МТР5.exe** с установочного диска, после появления сообщения об успешной распаковке программы, нажать кнопки «Ok» и «Close» и войти в директорию **МТР5**.

В директории **МТР5** найти файл **МТР5РЕ.exe**. Открыть окно свойства, в котором наблюдать:

- идентификационное наименование ПО: **МТР5РЕ.exe**;
- номер версии ПО **14.0.20120406**;
- размер в байтах **1 062 912** (, на диске 1064960));

4 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОФИЛЕМЕРА

4.1 Общие рекомендации

Предупреждение!: Перед началом установки МТР-5 выключить блок питания для обеспечения вашей безопасности. Ненадлежащее заземление прибора может вызвать его повреждение, что приведет к невозможности его гарантийного обслуживания.

Первичную установку прибора и обучение работе с ним операторов рекомендуется производить представителями производственной компании, где он был выпущен.

Использование МТР-5 не является трудным, данное оборудование не требует большого времени на обслуживание. После установки прибора, он переходит к автоматической последовательности измерения и проводит свою самопроверку каждые 10 минут.

Перед началом использования МТР-5 рекомендуется провести его лабораторное тестирование. До проведения наружных, натурных измерений необходимо провести наружную установку прибора.

4.2 Минимальные необходимые требования

Следующая таблица предлагает перечень необходимых работ по подготовке к установке.

Наименование	Требование
Местоположение	МТР-5 осуществляет сканирование в одной азимутальной плоскости (например, в направлении на север), по нескольким зенитным углам от горизонта до зенита. В этом луче, на расстоянии от прибора около 500 м, не должно находиться никаких посторонних предметов при вращении прибора от горизонтального до вертикального положения. Вследствие того, что при горизонтальном положении сканера (угол места равен 0°) поле обзора в 3° будет располагаться ниже горизонта, прибор МТР-5 должен размещаться на площадке, находящейся выше уровня земли хотя бы на 15 м. Блок питания и ЭВМ должны располагаться в помещении, вблизи от установки прибора.
Установка	Прибор должен быть установлен на горизонтальной платформе. Горизонтальность установки этой платформы должна быть в пределах 2°. Более точное регулирование может быть выполнено с использованием выравнивающих винтов, которые установлены на ложементе прибора, и, которые является частью поставки. Для постоянной фиксации прибора необходимо использовать стяжные ленты, которыми он снабжен. Платформа не должна вибрировать и должна быть способна вынести нагрузку в 20 кг. Обычно для этого используется стол или специальная металлическая платформа с размерами около 1х0.6 м и толщиной около 10 мм. Перед размещением платформы необходимо определить плоскость, в которой будут проводиться измерения. Рекомендуется устанавливать прибор так, чтобы часть сканера была расположена за плоскостью стола или платформы. Это позволит не скапливаться снегу около плоскости измерений.
Местоположение внешнего температурного датчика	Кабель внешнего температурного датчика имеет длину 5 м, поэтому датчик должен устанавливаться вблизи прибора в хорошо проветриваемом месте.

Наименование	Требование
Электропитание	Для запитки блока питания требуется переменное напряжение в 220В. Стандартное максимальное расстояние между МТР-5 и источником электропитания - 20 м. Более длинный кабель может быть поставлен по специальному заказу.
Передача данных	Данные передаются через стандартный последовательный порт RS232..
ЭВМ	Windows'9x, Windows 2000 Более чем 3 Мб свободного дискового пространства должно быть доступно для измерительной программы и 100 Кб в течение каждого дня измерений

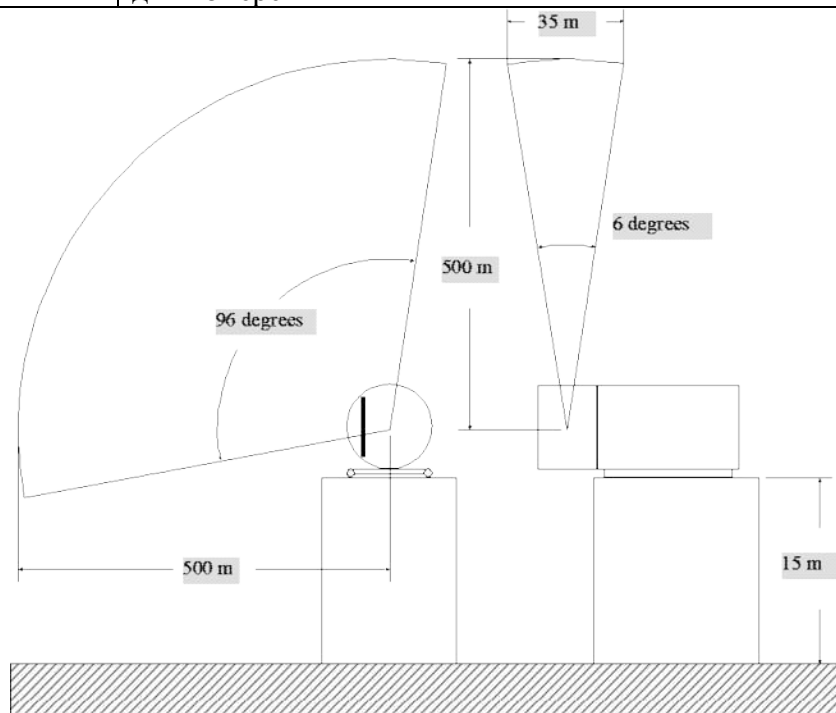


Рис.4.1 Выбор местоположения прибора.

4.3 Меры безопасности

Меры безопасности при работе с МТР-5 соответствуют мерам, принимаемым при работе с радиотехническими приборами общего назначения.

Перед включением в сеть необходимо заземлить корпус блока питания МТР-5 через клемму заземления, находящуюся на задней стенке блока.

Замена узлов, сетевых предохранителей, подсоединение и разъединение кабелей должны производиться только при обесточенном приборе.

В случае большой разности температур (более 10°C) между складским и рабочим помещением или хранением в условиях повышенной влажности, полученное со склада изделие должно выдерживаться не менее 6 часов в нормальных условиях.

После длительного хранения следует произвести внешний осмотр изделия и проверить:

- Комплектность;
- Отсутствие видимых механических повреждений;
- Чистоту гнезд соединителей и клемм.

Прибор во время работы должен быть установлен так, чтобы воздух свободно поступал и выходил из него. Вентиляционные отверстия в корпусе метеозащиты не должны быть закрыты другими предметами.

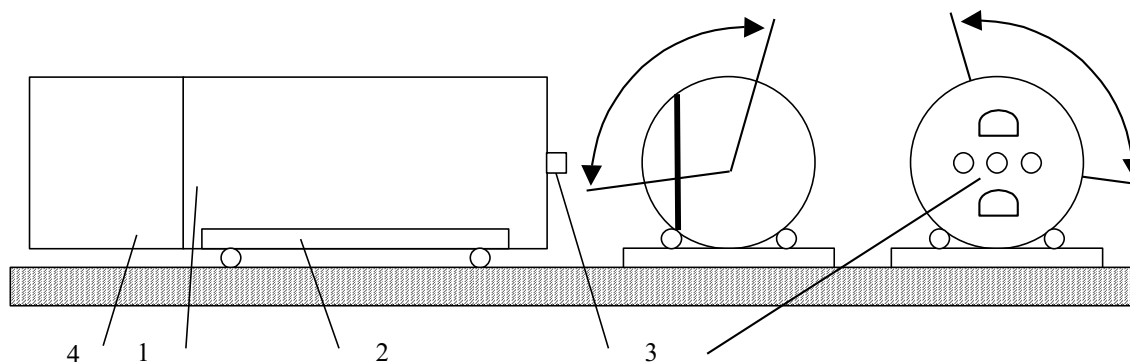
4.4 Начало проверок

4.4.1 Проверка комплекта поставки

Наименование	Обозначение	Количество
Блок измерительный	АТМР 416311.001.001	1
Датчик температуры с метеозащитой	АТМР 416311.001.002	1
Блок питания	АТМР 416311.001.003	1
Основание	АТМР 416311.001.004	1
Кабели соединительные	АТМР 416311.001.005	1
Руководство по эксплуатации	АТМР 416311.001 РЭ	1
Паспорт МТР-5	АТМР 416311.001 ПС	1
Методика поверки	АТМР 416311.001 МП	1
Программное обеспечение на CD-ROM	МТР5РЕ.exe	1

4.4.2 Лабораторное тестирование

1. Установите прибор на ложемент как показано на рисунке 4.2



Где: 1 - прибор; 2 - ложемент; 3 - соединительные разъемы; 4- маркер положения прибора при установке;

Рис.4.2

2. Подключить кабели, как показано на рисунках 4.3 ... 4.6.

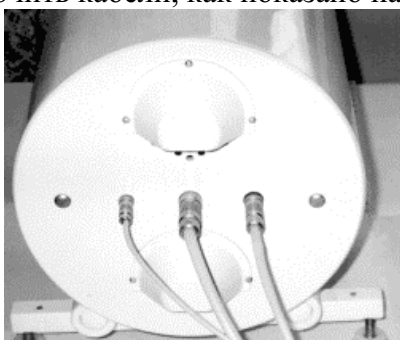


Рис. 4.3. Подключение кабелей к прибору.

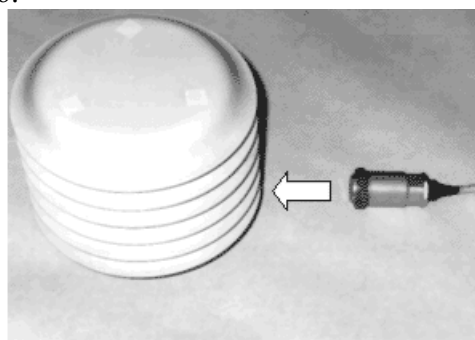


Рис. 4.4. Подключение кабеля к внешнему температурному датчику

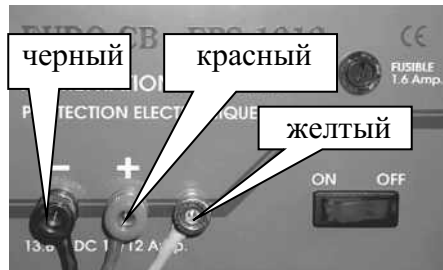


Рис.4.5 Блок питания



Рис.4.6 Подключение кабеля к порту RS232

1. Включить питание

4.5 Проведение измерений

Запустить программу MTP5.exe с установочного диска

В позиции “Unzip to folder” задать путь (директорию) куда будет распакована программа и вспомогательные файлы. Например: C:\.

После появления сообщения об успешной распаковке программы нажать кнопки “Ok” и “Close”.

Войти в директорию MT5 и запустить программу MTP5PE.exe

В появившемся окне нажать кнопку “Master”.

Нажать “OK”.

Задать номер порта связи прибора с компьютером.

Произвести горизонтирование прибора. Если требуется произвести горизонтирование, то следует нажать “Yes”.

маркер положения зеркала должен быть строго вертикальным

для этого поверните прибор за неподвижную часть корпуса

лабораторное горизонтирование позволяет правильно определить зону и направление сканирования

Нажать кнопку “Start” в правом нижнем углу экрана появляется иконка в виде кругового сектора изменяющего цвет с желтого на коричневый. Головная часть прибора начинает вращаться. Следует дождаться проведения двух сканов, как минимум. Если во время прохождения сканов сектор оставался желто-коричневым, то проверка прибора в лабораторных условиях завершается.

Для остановки программы подвести маркер «мыши» к круговому сектору и нажать правую кнопку. На появившейся иконке выбрать надпись “close” и нажать левую кнопку.

4.6 Перечень возможных неисправностей

Неисправность	Причина	Решение
Не горит индикаторная лампочка блока питания	1. Нет ~220В 2. Сгорел предохранитель 3. Сгорела лампочка	1. Проверить напряжение питания 2. Сменить предохранитель блока питания
Сканер не вращается	1. Нет электрического контакта 2. Блок питания неисправен 3. Сканер неисправен	1. Проверить кабель 2. Выключить блок питания, обратиться к производителю
Приемник не включается	1. Не подается напряжение питания 2. Приемник вышел из строя	1. Проверить кабель 2. Выключить блок питания, обратиться к производителю

Неисправность	Причина	Решение
Сканер вращается не останавливаясь	Датчик положения зеркала сломан	Выключить блок питания, обратиться к производителю
Имеется большая разница ($>1^{\circ}\text{C}$) между температурой около земли (по показаниям прибора) и реальной температурой	Последняя калибровка проведена некорректно	Повторить калибровку

4.7 Обслуживание.

МТР-5 имеет ограниченную потребность в обслуживании. Рекомендуемый график проведения технического обслуживания как любого метеорологического оборудования строго зависит от местных условий.

Рекомендуемый график проведения технического обслуживания показан ниже:

ЕЖЕМЕСЯЧНО	Осмотр состояния кабелей.
РАЗ В ГОДУ	Очистка внутренней полости внешнего температурного датчика

4.8 Хранение

Хранение изделия МТР-5 осуществляется в отапливаемом помещении при температуре от плюс 10 до плюс 40°C при относительной влажности не более 70%.

В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, вызывающих коррозию.

4.9 Транспортирование

Транспортирование изделия МТР-5 допускается на любых видах транспорта.

Транспортирование производится в упакованном виде.

При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков пыли и от ударов при погрузке и выгрузке.

Условия транспортирования:

- Температура воздуха от минус 50 до плюс 50°C ;
- Относительная влажность воздуха при температуре 25°C до 95%

5 ЗАПАСНЫЕ ЧАСТИ.

Для заказа используйте наш список запасных частей и принадлежностей, который высылается по специальному запросу.

6 ГАРАНТИЯ

Предприятие-изготовитель гарантирует соответствие прибора техническим характеристикам, описанным в п.3.

Гарантийный срок – 2 года. Во время гарантийного срока предприятие-изготовитель обязуется безвозмездно заменить или отремонтировать вышедшие из строя узлы прибора при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации и сохранения целостности комплекта поставки.

Повреждения, которые нанесены прибору потребителем и вызвавшие его электрическое разрушение не покрываются гарантией.

Производитель оставляет за собой право вносить изменения в спецификацию и конструкцию прибора без предварительного согласования с потребителем.

7 ПОВЕРКА

7.1 Поверка проводится в соответствии с документом «Инструкция. Профилемеры метеорологические температурные МТР-5. Методика поверки АТМР 416311.001 МП», утвержденным ФГУП «ВНИИФТРИ» в 2017 году.

7.2 Периодичность поверки – 2 (два) года.