

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора
по инновациям
ФГУП «ВНИИОФИ»



И.С. Филимонов

« 30 »

2019 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

Фотометры MicroTOPSII

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
МП 049.М7-19

Главный метролог
ФГУП «ВНИИОФИ»
С.Н.Негода
« 30 » 10 2019 г.

Главный научный сотрудник
ФГУП «ВНИИОФИ»
В.Н. Крутиков
« 30 » 10 2019 г.

Москва
2019 г.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на фотометры MicroTOPSII заводские номера 19728, 19729, 19730, 19731, 19732, 19733 (далее по тексту – фотометры) предназначенные для измерений энергетической освещенности (далее по тексту – ЭО) солнечного излучения и последующем пересчете с помощью встроенных программ полученного значения в необходимые параметры: общее содержание озона в атмосфере (далее по тексту – ОСО) на длинах волн 305, 312, 320 нм и общее содержание водяного пара в атмосфере (далее по тексту – ОСВП) на длинах волн 936 и 1020 нм, и устанавливает порядок, методы и средства проведения первичной и периодической поверок.

1.2 Интервал между периодическими поверками – 1 год.

1.3 Толщина ОСО и ОСВП для пары рабочих длин волн λ_1 и λ_2 определяется с использованием эталонной лампы из состава ВЭТ (по приказу Росстандарта от 29.12.2018 № 2817) по отношению измеренных значений ЭО $E(\lambda_1)$ и $E(\lambda_2)$ по формуле 1:

$$x = \frac{\ln \frac{E(\lambda_2)}{E(\lambda_1)}}{k(\lambda_1) - k(\lambda_2)} \quad (1)$$

2 Операции поверки

2.1 При проведении первичной и периодической поверок выполняются операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции поверки

№ п/п	Наименование операций	Номер пункта НД по поверке	Обязательность выполнения операции	
			При первичной поверке	При периодической поверке
1	Внешний осмотр	8.1	Да	Да
2	Опробование	8.2	Да	Да
3	Определение метрологических характеристик	8.3		
3.1	Определение относительной погрешности измерений ЭО на рабочих длинах волн 305, 312, 320, 936, 1020 нм	8.3.1	Да	Да
3.2	Определение спектрального разрешения фотометра	8.3.2	Да	Нет
3.3	Определение диапазона измерения ЭО и относительной погрешности, возникающей из-за отклонений коэффициента линейности от единицы	8.3.3	Да	Да
3.4	Определение относительной погрешности угловых характеристик	8.3.4	Да	Да
3.5	Определение относительной погрешности расчета ОСО и ОСВП	8.3.5	Да	Да

3.6	Определение предела допускаемой основной относительной погрешности измерений ЭО	8.3.6	Да	Да
-----	---	-------	----	----

2.2 При получении отрицательных результатов при проведении хотя бы одной операции поверка прекращается.

2.3 Поверку средств измерений осуществляют аккредитованные в установленном порядке в области обеспечения единства измерений юридические лица и индивидуальные предприниматели.

3 Средства поверки

3.1 При проведении первичной и периодической поверок применяются средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Средства поверки

Номер пункта методики поверки	Наименование средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству, основные технические характеристики
8.3.1 – 8.3.6	<p>Вторичный эталон энергетической освещенности и энергетической яркости непрерывного излучения по ГПС (Государственная поверочная схема для средств измерений спектральной плотности энергетической яркости, спектральной плотности потока излучения, спектральной плотности энергетической освещенности, спектральной плотности силы излучения, энергетической яркости, энергетической освещенности, коэффициента пульсации, потока и силы излучения в диапазоне длин волн от 0,001 до 1,600 мкм) утвержденной приказом Росстандарта от 29.12.2018 №2817.</p> <p>Диапазон длин волн от 0,12 до 1,1 мкм.</p> <p>Диапазон энергетической освещенности от $1 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^3$ Вт/м²</p> <p>Диапазон энергетической яркости от $5 \cdot 10^{-4}$ до $2 \cdot 10^3$ Вт/м²·ср.</p> <p>Среднее квадратическое отклонение сличения энергетической освещенности и энергетической яркости с $(0,5 \dots 1,6) \cdot 10^{-2}$</p>

3.2 Средства поверки, указанные в таблице 3, должны быть поверены и аттестованы в установленном порядке. Допускается также применение других средств, не приведенных в таблице 3, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик фотометров с требуемой точностью.

4 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускают лиц, изучивших настоящую методику поверки и Руководство по эксплуатации фотометров, имеющих квалификационную группу не ниже III в соответствии с правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.13 № 328Н и прошедшие полный инструктаж по технике безопасности, прошедших обучение на право проведения поверки по требуемому виду измерений.

5 Требования безопасности

5.1 При проведении поверки следует соблюдать требования, установленные ГОСТ Р 12.1.031-2010, ГОСТ 12.1.040-83, правилами по охране труда при эксплуатации электроустановок, указанных в приложении к приказу Министерства труда и социальной защиты РФ от 24.07.13 № 328Н. Оборудование, применяемое при поверке, должно

соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.003-91. Воздух рабочей зоны должен соответствовать ГОСТ 12.1.005-88 при температуре помещения, соответствующей условиям для легких физических работ.

5.2 При выполнении поверки должны соблюдаться требования, указанные в «Правилах техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», утвержденных приказом Минэнерго России от 13 января 2003 г. № 6, а также требования руководства по эксплуатации фотометров.

5.3 Помещение, в котором проводится поверка, должно соответствовать требованиям пожарной безопасности по ГОСТ 12.1.004-91 и иметь средства пожаротушения по ГОСТ 12.4.009-83.

6 Условия проведения поверки

6.1 Все этапы поверки, за исключением особо оговоренных, проводят при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С 20 ± 5 ;
- относительная влажность воздуха, %, не более 60 ± 15 ;
- атмосферное давление, кПа 103 ± 4 .

6.2 Помещение, где проводится поверка, должно быть чистым и сухим, свободным от пыли, паров кислот и щелочей. Допускаемый перепад температуры при проведении поверки – не более 2 °С.

6.3 В помещении не допускаются посторонние источники УФ излучения, мощные электрические и магнитные поля.

6.4 Необходимо обеспечивать естественную вентиляцию для снижения нагрева корпуса излучением и рассеиванием электроэнергии. Если корпус становится слишком горячим, это может привести к повреждениям.

7 Подготовка к поверке

7.1 Изучить Руководство по эксплуатации фотометра, подготовить оборудование, используемое при поверке, к работе в соответствии с его Руководством по эксплуатации.

7.2 Выдержать фотометры и оборудование, используемое при поверке, в условиях, указанных в п.6.1 настоящей Методики поверки, не менее 1 часа.

8 Проведение поверки

8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие комплектности фотометров паспортным данным;

- отсутствие механических повреждений блоков фотометров, сохранность соединительного провода;

- четкость надписей на панели фотометров;

- наличие маркировки (тип и заводской номер);

Фотометры считаются прошедшими операцию поверки, если корпус, внешние элементы, органы управления не повреждены.

8.2 Опробование

8.2.1 Включить фотометр, нажав кнопку питания, запустится самокалибровка. На дисплее появится «RDY».

8.2.2 Открыть крышку приемников излучения фотометра, направить на источник излучения из состава ВЭТ и нажать кнопку «Scan/Escape». Измерение длится около 10 сек. Далее нажимая кнопку «Стрелка право» пролистать показания.

8.2.3 Фотометры считаются прошедшими операцию опробования, если установлено наличие показаний при освещении источником излучения.

8.3 Определение метрологических характеристик

8.3.1 Определение относительной погрешности измерений ЭО на рабочих длинах волн фотометра 305, 312, 320, 936, 1020 нм

8.3.1.1 При определении относительной погрешности измерений значений ЭО на рабочих длинах волн 305, 312, 320, 936, 1020 нм фотометра эталонный источник - ксеноновую лампу типа ДКсШ-120 из состава ВЭТ, устанавливают на фиксированном расстоянии от фотометра, и определяют отношение $S(\lambda)$ измеренных значений ЭО $I_i(\lambda)$, Вт/м², фотометра к значениям ЭО эталонного источника из состава ВЭТ $E^o(\lambda)$, Вт/м², с учетом сигналов $J(\lambda)$, Вт/м², соответствующих рассеянному излучению. Для измерения сигнала $J(\lambda)$, Вт/м², на рабочих длинах волн 305, 312, 320 нм перед фотометром устанавливается светофильтр типа ЖС – 4 из состава ВЭТ, непрозрачный в диапазоне длин волн от 290 до 400 нм. Для измерения сигнала $J(\lambda)$, Вт/м², на рабочих длинах волн 936 и 1020 нм перед фотометром устанавливается светофильтр типа СЗС – 21 из состава ВЭТ, непрозрачный в диапазоне длин волн от 0,75 до 1,10 мкм.

Результат i -го измерения сигналов поверяемого фотометра $S_i(\lambda)$, нормированных на значения ЭО эталонного источника $E^o(\lambda)$, Вт/м², рассчитывается по формуле 2:

$$S_i(\lambda) = \frac{I_i(\lambda) - J_i(\lambda)}{E^o(\lambda)} \quad (2)$$

8.3.1.2 Регистрацию показаний фотометра $I_i(\lambda)$, Вт/м², и $J(\lambda)$, Вт/м², проводят поочередно 5 раз. Для каждой длины волны определяют среднее арифметическое значение $S(\lambda)$. Относительное среднеквадратическое отклонения (СКО) S_0 результатов измерений для n независимых измерений рассчитывают по формуле 3:

$$S_0 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{S}(\lambda) - S_i(\lambda))^2}{\bar{S}(\lambda) \cdot n(n-1)}} \quad (3)$$

где n - число независимых измерений.

8.3.1.3 Относительная погрешность измерений ЭО Θ_1 на рабочих длинах волн 305, 312, 320, 936, 1020 нм фотометра рассчитывают по формуле 4:

$$\Theta_1 = 100 | \bar{S}(\lambda) - 1 | \quad (4)$$

8.3.1.4 Фотометры считаются прошедшими операцию поверки, если относительная погрешность измерений ЭО Θ_1 на рабочих длинах волн 305, 312, 320, 936, 1020 нм фотометра не превышает 10,0 %.

8.3.2 Определение спектрального разрешения фотометра

8.3.2.1 Спектральное разрешение фотометров на рабочих длинах волн 305, 312, 320, 936, 1020 нм определяют с использованием фотодиода ФД 288 (далее – фотодиода) и монохроматора МДР из состава ВЭТ по результатам измерений относительной спектральной чувствительности поверяемого фотометра на рабочих длинах волн 305, 312, 320, 936, 1020 нм и определения её полуширины. Фотометр и фотодиод поочередно устанавливают за выходной щелью монохроматора из состава ВЭТ таким образом, чтобы поток монохроматического излучения освещал апертурную диафрагму поверяемого фотометра. Показания фотодиода $I^o(\lambda)$, Вт/м², и поверяемого фотометра $I(\lambda)$, Вт/м², регистрируют поочередно пять раз на рабочих длинах волн (305 ± 5) нм, (312 ± 5) нм, (320 ± 5) нм с шагом 1 нм. Затем за выходной щелью монохроматора устанавливают светофильтр типа ЖС - 4 и регистрируют показания фотодиода $J^o(\lambda)$, Вт/м², и поверяемого фотометра $J(\lambda)$, Вт/м², соответствующие рассеянному излучению.

8.3.2.2 Для измерений на рабочих длинах волн (936 ± 5) нм и (1020 ± 5) нм перед фотометром устанавливается светофильтр типа СЗС – 21, непрозрачный в диапазоне длин

волн от 0,75 до 1,10 мкм. Результат i -го измерения ЭО $S_i(\lambda)$, Вт/м² рассчитывают по значениям относительной спектральной чувствительности $S^\circ(\lambda)$ фотодиода и отношению значений измеренных сигналов по формуле (5):

$$S_i(\lambda) = S^\circ(\lambda) \frac{I_i(\lambda) - J_i(\lambda)}{I_i^\circ(\lambda) - J_i^\circ(\lambda)} \quad (5)$$

8.3.2.3 Фотометры считаются прошедшими операцию поверки, если спектральное разрешение на рабочих длинах волн 305, 312, 320, 936, 1020 нм не превышает 3 нм.

8.3.3 Определение диапазона измерения ЭО и относительной погрешности, возникающей из-за отклонений коэффициента линейности от единицы

8.3.3.1 Определение диапазона измерения энергетической освещенности совмещают с определением относительной погрешности, возникающей из-за отклонений коэффициента линейности от единицы. Для этого проводится для определения границ диапазона измерений ЭО. На ВЭТ устанавливают источник излучения лампу типа КГМ из состава ВЭТ, при этом расстояние между поверяемым фотометром и источником излучения выбирают таким образом, чтобы показания поверяемого фотометра I_1 [Вт/м²] соответствовали верхней границе диапазона измерений ЭО, указанной в паспорте поверяемого фотометра. Устанавливают фильтр из состава ВЭТ с коэффициентом пропускания τ и регистрируют показания I_2 , Вт/м². Измерения проводят поочередно 5 раз. Коэффициент линейности K рассчитывают по формуле 6:

$$K = \left(\frac{I_1}{I_2} \right) \cdot \tau^{-1} \quad (6)$$

8.3.3.2 Среднеарифметическое значение \bar{K} определяют по результатам пяти измерений, СКО результатов измерений определяют по формуле (5). Относительная погрешность фотометра Θ_2 , в процентах, вызванную отклонением отклонений коэффициента линейности от единицы в рабочем диапазоне измерений ЭО, определяют по формуле 7:

$$\Theta_2 = 100 | \bar{K} - 1 | \quad (7)$$

8.3.3.3 Устанавливают дополнительный ослабитель из состава ВЭТ таким образом, чтобы значение ЭО от источника излучения уменьшилось на порядок. Регистрируют показания I_1 , I_2 , Вт/м², и рассчитывают соответствующее значение относительной погрешности Θ_2 . Измерения повторяют, уменьшая значение ЭО на порядок до достижения нижней границы диапазона измерений ЭО. По результатам измерений определяют границы диапазона измерений ЭО.

8.3.3.4 Фотометры считаются прошедшими операцию поверки, если диапазон измерения ЭО составляет от $1,0 \cdot 10^{-7}$ до $1,3 \cdot 10^{-2}$ Вт/м², а относительная погрешность, возникающая из-за отклонений коэффициента линейности от единицы в рабочем диапазоне измерений ЭО, не превышает 15,0 %.

8.3.4 Определение относительной погрешности угловых характеристик

8.3.4.1 При измерении зависимости чувствительности от угла падения потока излучения фотометр устанавливают на неподвижное плечо гониометра из состава ВЭТ. На подвижное плечо гониометра устанавливают источник излучения - лампу типа ДДС-30 из состава ВЭТ. Регистрируют показания $I(\varphi)$, Вт/м², поверяемого фотометра в зависимости от угла падения потока излучения φ в пределах от 0° до $2,5^\circ$ с шагом $1,0^\circ$. Показания фотометра $I(\varphi)$, Вт/м², для угла φ нормируют на показание фотометра $I(\varphi_0)$ (φ), Вт/м², при нормальном угле падения потока излучения равном φ_0 . Рассчитывают

относительную погрешность угловых характеристик фотометра Θ_3 вызванной отклонением угловой зависимости чувствительности фотометра по формуле 8:

$$\Theta_3 = 100 \cdot \left(\frac{I(\varphi)}{I(\varphi=0) \cos \varphi} - 1 \right) \quad (8)$$

8.3.4.2 Фотометры считаются прошедшими операцию поверки, если значение относительной погрешности угловых характеристик фотометра Θ_3 вызванной отклонением угловой зависимости чувствительности фотометра, не превышает 10 %.

8.3.5 Определение относительной погрешности расчета ОСО и ОСПВ

8.3.5.1 Относительную погрешность расчета ОСО и ОСПВ Θ_5 рассчитывают по формуле 9:

$$\Theta_5 = \frac{100 (x - x_{эт})}{x_{эт}} \quad (9)$$

где $x_{эт}$ - эталонное значение толщины озонного слоя, которое рассчитывается по формуле 10:

$$x_{эт} = E_0(\lambda) \exp [-k(\lambda)] \quad (10)$$

где $E(\lambda)$ – ЭО на поверхности Земли на рабочих длинах волн, Вт/м²;

$E_0(\lambda)$ – ЭО за атмосферой на рабочих длинах волн, Вт/м²;

$k(\lambda)$ – показатель поглощения озона (паров воды), см⁻¹.

Значения ЭО за атмосферой на рабочих длинах волн и показателя поглощения озона (паров воды) приведены в таблице 3 (Г.П. Гущин. Суммарный озон в атмосфере. СПб: Гидрометиздат, 1983 г. – 241 с.).

Таблица 3 - Значения ЭО за атмосферой

λ , нм	$E_0(\lambda)$, Вт/м ²	$k(\lambda)$, см ⁻¹
305	0,574	3,87
312	0,738	3,64
320	0,831	3,12
940	0,795	0,349
1020	0,543	0,214

8.3.5.2 Фотометр считается прошедшим операцию поверки, если относительная погрешность расчета ОСО и ОСПВ не превышает 10 %.

8.3.6 Определение предела допускаемой основной относительной погрешности измерений ЭО

8.3.6.1 Относительное среднеквадратическое отклонение результатов измерений S_0 для n независимых измерений определяют по формуле (3).

Границу относительной неисключенной систематической погрешности энергетической освещенности определяют по формуле 11:

$$\Theta_0 = 1,1 \cdot \sqrt{\sum_{j=1}^5 \Theta_j^2} \quad (11)$$

Источниками неисключенной систематической погрешности (НСП) являются:

Θ_1 - относительная погрешность измерений ЭО на рабочих длинах волн, %;

Θ_2 – относительная погрешность, возникающая из-за отклонений коэффициента линейности от единицы в рабочем диапазоне измерений ЭО, %;

Θ_3 – относительная погрешность угловых характеристик, %;

Θ_4 – относительная погрешность эталонного источника из свидетельства на ВЭТ, %;

Θ_5 – относительная погрешность расчета ОСО и ОСПВ, %.

8.3.6.2 Предел допускаемой основной относительной погрешности измерения ЭО Δ_0 рассчитывают по формуле 12:

$$\Delta_0 = K \cdot S_{\Sigma} = K \cdot \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^5 \theta_0^2}{3} + S_0^2} \quad (12)$$

где K - коэффициент, определяемый соотношением случайной и неисключенной систематической погрешностей, вычисляемой по формуле 13:

$$K = \frac{t \cdot S_0 + \theta_0}{S_0 + \frac{\theta_0}{\sqrt{3}}} \quad (13)$$

где t – коэффициент Стьюдента ($t=2,776$, при доверительной вероятности $P=0,95$ и числе измерений $n=5$);

S_0 – СКО результатов измерений для n независимых измерений рассчитанное по формуле (3).

8.3.6.3 Фотометры считаются прошедшими операцию поверки, если предел допускаемой основной относительной погрешности измерений ЭО не превышает 30 % .

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты измерений заносятся в протокол (приложение А).

9.2 Фотометры, прошедшие поверку с положительным результатом, признают годным и допускают к применению. На них выдается свидетельство о поверке установленной формы с указанием полученных по п.п. 8.3.1 – 8.3.5 фактических значений метрологических характеристик фотометра и (или) наносят оттиск поверительного клейма в соответствии с приказом Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

9.3 Фотометры, прошедшие поверку с отрицательным результатом, признают непригодными, не допускают к применению и на них выдается извещение о непригодности в соответствии с требованиями приказа Минпромторга России от 02.07.2015 г. № 1815 «Об утверждении порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Начальник научно-исследовательского отделения


Р.В.Минаев

Начальник лаборатории


С.И. Аневский

Начальник лаборатории


О.А. Минаева

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(Обязательное приложение)
к Методике поверки МП 049.М7-19 «Фотометры MicroTOPSP»

Форма протокола поверки

Протокол первичной/периодической поверки № _____

от « ____ » _____ 20 ____ года.

Заводской номер: _____

Дата выпуска: _____

Серия и номер клейма предыдущей поверки: _____

Принадлежащее: _____

Поверено в соответствии с методикой поверки: _____

С применением эталонов: _____

Условия проведения поверки:

температура окружающей среды _____ °С;

относительная влажность _____ %;

атмосферное давление _____ кПа.

Результаты определения метрологических характеристик:

Метрологические характеристики	Номинальная величина / погрешность	Измеренное значение	Заключение

Заключение:

Поверитель: _____
Подпись

/ _____ /
ФИО

Содержание

1.	ВВЕДЕНИЕ	4
1.1	ПРИНЦИП РАБОТЫ	4
1.2	ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	4
2	БЫСТРЫЙ СТАРТ	5
2.1	ПИТАНИЕ	5
2.2	СТРУКТУРА МЕНЮ	5
2.3	ПЕРЕД ИЗГОТОВЛЕНИЕМ ПЕРВОГО ИЗМЕРЕНИЯ	6
2.4	ПЕРВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ	6
3	НАСТРОЙКА	7
3.1	ЧАСЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ	7
3.1.1	Установка времени и даты	7
3.1.2	Триммер часов	8
3.2	ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПАРАМЕТРЫ И КАЛИБРОВОЧНЫЕ КОНСТАНТЫ	8
3.2.1	Калибровочные константы	9
3.2.2	Обработка данных	11
3.3	НАСТРОЙКА РАСПОЛОЖЕНИЯ	13
3.3.1	Сохраненные местоположения	13
3.3.2	Координаты	14
3.3.3	Высота над уровнем моря	14
3.3.4	Давление	14
3.4	Регистрация данных	15
3.4.1	Просмотр сохраненных данных	15
3.4.2	Очистка буфера памяти	16
3.4.3	Удаление последнего измерения	16
3.5	БАД СКОРОСТЬ	16
4	КОМПЬЮТЕРНАЯ СВЯЗЬ	17
4.1	ФИЗИЧЕСКОЕ СОЕДИНЕНИЕ	17
4.2	ПУЛЬТ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	17
4.2.1	Распечатка и установка текущего местоположения	18
4.2.2	Очистка буфера данных	18
4.2.3	Просмотр и установка сохраненных местоположений	18
4.2.4	Загрузка буфера данных	19
4.2.5	Инициирование сканирования	19
4.2.6	Установка даты и времени	19
4.2.7	Печать калибровочных констант	20
5	ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ MICROTOPS ORGANIZER	20
5.1	ВВЕДЕНИЕ	20
5.1.1	Установка программного обеспечения	20
5.1.2	Настройка связи	20
5.2	РАБОТА С МИКРОТОПАМИ	21
5.2.1	Загрузка данных	21
5.2.2	Очистка буфера данных	21
5.2.3	Изменение сохраненных местоположений MICROTOPS II	21
5.3	ОПЕРАЦИИ С БАЗОЙ ДАННЫХ	21
5.3.1	Изменение имен местоположений в базе данных компьютера	21
5.3.2	Импорт текстовых файлов	22
5.3.3	Импорт файлов в формате обмена данными	22

5.3.4	Экспорт в формате обмена данными	22
5.3.5	Описание данных	22
6	GPS СВЯЗЬ	22
6.1	НАСТРОЙКА GPS	22
7	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	23
7.1	ОЧИСТКА И ХРАНЕНИЕ	23
7.2	ОБСЛУЖИВАНИЕ БАТАРЕИИ	24
7.3	КАЛИБРОВКА	24
8	МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ	24
9	ТЕОРИЯ РАБОТЫ	25
9.1	ВВЕДЕНИЕ	25
9.2	ОСНОВЫ ИНСТРУМЕНТА	26
9.3	КОНСТРУКЦИЯ ПРИБОРА	26
9.3.1	Оптический блок	26
9.3.2	Подготовка и обработка сигналов	28
9.3.3	Нацеливание на Солнце	28
9.4	КАЛИБРОВКА И ИЗМЕРЕНИЕ ОЗОНА	29
9.5	ВЫВОД ВОДЯНОГО ПАРА	30
9.6	ВЫВОДЫ	31
9.7	ССЫЛКИ:	32

1. Введение

MicroTOPSII - это ручной многополосный солнечный фотометр, способный измерять оптическую толщину аэрозоля (АОТ) и прямое солнечное излучение в каждой полосе. По выбору, MicroTOPSII способен выводить столб водяного пара (также называемый осаждаемой водой).

1.1 Принцип действия. Прибор оснащен пятью (5) точно выровненными оптическими коллиматорами с полным обзором поля $2,5^\circ$. Внутренние перегородки также встроены в устройство для устранения внутренних отражений. Каждый канал снабжен узкополосным интерференционным фильтром и фотодиодом, подходящим для определенного диапазона длин волн. Коллиматоры заключены в оптический блок из литого алюминия для стабильности.

Солнечная мишень и указатель в сборе постоянно прикреплены к оптическому блоку и выровнены чтобы обеспечить точное выравнивание с оптическими каналами. Когда изображение солнца находится в центре «бычий глаз» солнечной мишени, все оптические каналы ориентированы прямо на солнечный диск. Небольшое количество околосолнечного излучения также улавливается, но он вносит незначительный вклад в сигнал.

Излучение, захваченное климатроном и полосовыми фильтрами, излучается на фотодиоды, создавая электрический ток, который пропорционален излучаемой мощности, перехваченной фотодиодами. Эти сигналы сначала усиливаются, а затем преобразуются в цифровой сигнал с помощью аналого-цифрового преобразователя высокого разрешения.

Сигналы от фотодиодов обрабатываются последовательно. Однако при 20 преобразованиях в секунду результаты можно рассматривать так, как если бы фотодиоды считывались одновременно.

АОТ и столб водяного пара определяются исходя из законности Бугера-Ламберта-Бера.

Оптическая глубина из-за рэлиевского рассеивания вычитается из общей оптической глубины, чтобы получить АОТ.

Оптическая глубина от других процессов, таких как поглощение O_3 и NO_2 , игнорируется в MicroTOPSII.

Столб водяного пара определяется на основании измерений при 936 нм (пик поглощения воды) и 870 нм или 1020 нм (без поглощения водяным паром).

Более подробное описание функционирования прибора вместе с процедурами калибровки содержится в сопроводительном документе на стр. 39.

1.2 Основные особенности

- Высокая точность. Высококачественные фильтры встроены в корпус из литого алюминия, который обеспечивает точное, стабильное оптическое выравнивание. Малошумная электроника и 20-битный аналого-цифровой преобразователь обеспечить высокую линейность, разрешение и динамический диапазон.

- Простота использования. Для проведения измерений не требуется знание компьютера. После того, как введены географические координаты места измерения, просто наведите измеритель на солнце, выровняйте изображение солнца с яблочком и нажмите кнопку. Через несколько секунд результат будет отображаться на ЖК-дисплее.

- Портативность. Небольшое портативное устройство - все, что вам нужно для измерения. Никаких дополнительных компьютеров не надо.

- Компьютерный интерфейс. Последовательный интерфейс позволяет передавать данные и дистанционно управлять прибором с любого компьютера. Простой текстовый протокол делает процесс легким и надежным. Специализированное программное обеспечение для управления данными доступно в качестве опции.

- интерфейс GPS. MicroTOPSII поддерживает протокол связи NMEA 0183 и может быть подключен непосредственно к портативному приемнику GPS через последовательный кабель. Приемник GPS не является обязательным.

- Мгновенные результаты. Алгоритмы вычисления АОТ, освещенности и общего количества водяного пара программируются в MicroTOPSII, и результаты всех сохраненных сканов можно удобно просматривать на ЖК-дисплее. Необработанные данные также хранятся, чтобы позволить ретроспективные корректировки калибровочные константы.

- Энергонезависимая память. Необработанные данные, собранные MicroTOPSII, а также результаты расчетов хранятся в энергонезависимой памяти. Каждая точка данных помечена датой, временем, координатами участка, солнечный угол, высотой над уровнем моря, давлением и температурой.

- Бюджетный. Благодаря внедрению новейших технологий, стоимость инструмента была снижена это сопоставимые солнечные фотометры, без ущерба для точности или функций.

2 Быстрый старт

2.1 Включите

Чтобы включить MicroTOPSII, нажмите кнопку **ВКЛ / ВЫКЛ** примерно на 1/2 секунды. Прибор не будет реагировать на краткое прикосновение. В течение примерно 2 секунд на дисплее отображается сообщение «Проверка оборудования» и номер версии прошивки, загруженной в прибор.

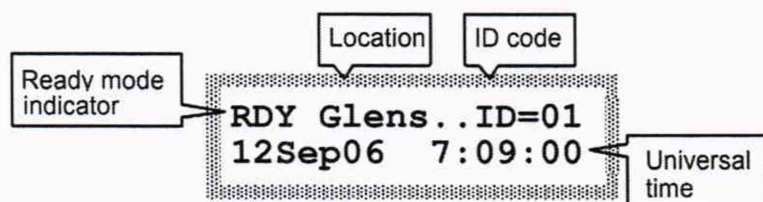
В течение следующих 2 секунд «Инициализация - держать в курсе» сообщение отображается. Держите верхнюю крышку окна закрытой, пока на дисплее не появится надпись **RDY** (режим готовности).

Чтобы выключить прибор, снова нажмите кнопку **ON / OFF**. Выключится только когда будет в Режиме готовности. В противном случае кнопка **включения / выключения** не активна. Для возврата в режим готовности из любого другого режима нажимайте кнопку **Scan / Escape**, пока на ЖК-дисплее не появится сообщение **RDY**. Все кнопки неактивны во время сканирования измерений. Счетчик автоматически отключится через 10 минут бездействия.

2.2 Структура меню

Все настройки для MicroTOPSII доступны через древовидное меню. В верхней части меню структура - это режим готовности, где прибор готов к проведению измерений и отображает

Следующую информацию:



Если имя выбранного местоположения имеет длину 6 символов или менее, оно будет отображаться полностью.

В противном случае отображаются только первые 5 символов, за которыми следуют две точки, обозначающие продолжение.

Названные местоположения могут быть установлены с ПК через последовательный порт. См. «Пульт дистанционного управления» на странице 25 для получения дополнительной информации.

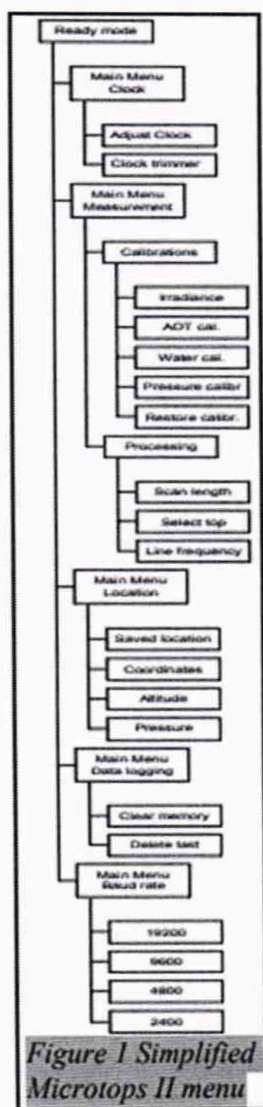
подробности. Если используется введенное вручную (не названное) местоположение, тогда в имени местоположения отображается «Ручной».

Идентификационный код является настраиваемым пользователем номером, который сохраняется при каждом сканировании. Этот номер может быть увеличен / уменьшен с помощью клавиш ▲ или ▼ в режиме готовности. Его целью является хранение вспомогательной пользовательской информации, такой как условия неба во время измерения или код оператора и т. д.

Доступ к меню можно получить, нажав клавишу **меню / ввода** в режиме готовности. Упрощенная Структура всего меню показана на рисунке 1. В пределах одного уровня перемещайтесь с помощью клавиш ▲ или ▼.

Войдите на более низкий уровень, нажав ► или **Enter**, и выйдите в верхнее меню, нажав **Escape** или ◀ (**Escape** только при редактировании чисел). Все настройки, доступные через систему меню, описаны в главе 3 «**Настройка**» на странице 7.

При редактировании различных настроек общим правилом является то, что ▲ или ▼ увеличивать / уменьшать выбранный (обычно подчеркнут), в то время как клавиши ► и ◀ изменяют выбор.



2.3 Перед первым измерением

Для измерения AOT необходимо правильно инициализировать несколько настроек MicroTOPSII. Они включают:

1. Универсальная дата и время (UT). Выбрав UT для сроков MicroTOPSII этот параметр не зависит от местоположения. Желаемая точность ± 20 секунд. Смотрите «**Установка времени и даты**» на странице 7.
2. Географические координаты места измерения. Точность до 5-минутного угла достаточна как для широты, так и для долготы. См. Главу 3.3 на стр. 13. Географические координаты можно выбрать на карте (масштаб 1: 5 000 000 или больше), определяется с помощью приемника GPS или получено в местном метеорологическом бюро. Местоположение инструмента изначально установлено для Glenside, PA.
3. Высота места измерения. Настройка высоты не используется ни в каких расчетах в версии солнечного фотометра MicroTOPSII. Он существует только в ознакомительных целях. См. «**Высота над уровнем моря**»
4. Атмосферное давление на месте измерения. Если MicroTOPSII не оборудован дополнительным датчиком атмосферного давления, можно использовать среднее давление на станции. Если датчик давления встроен, то станция давление должно быть установлено на 0000. В противном случае пользовательское предустановленное давление станции имеет приоритет над измеренным давлением. Смотрите «**Давление**» на странице 20. Остальные настройки должны оставаться на заводских настройках. Изменение этих настроек должны выполняться только опытными пользователями, имеющими полное понимание внутренней работы устройства. В случае непреднамеренного изменения, заводские Настройки можно восстановить с помощью функции «**Восстановление заводской калибровки**» в меню. Все настройки сохраняются

в энергонезависимой памяти счетчика и действуют до следующего изменения.

2.4 Первое измерение

После завершения начальной настройки MicroTOPSII готов к проведению измерений. Последующий Пошаговое описание процедуры:

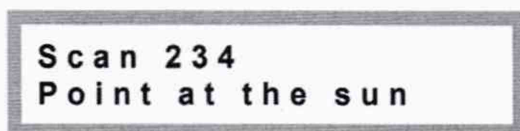
1. Убедитесь, что верхняя крышка окна MicroTOPSII закрыта, а затем включите прибор. Когда на дисплее отображается RDY (режим готовности), вы можете открыть крышку верхнего окна.

2. Направьте окошко прибора на солнце и отрегулируйте его положение так, чтобы изображение солнца

появляется в «Солнечной цели». Сосредоточьте изображение солнца на яблочке. Дымка, тонкие облака и низкая высота Солнца может привести к тому, что изображение на Солнце будет тусклым или размытым. Густая дымка и тучи будут серьезно влиять на значения измерений и увеличивают их изменчивость.

3. Удерживая изображение на Солнце в центре, нажмите кнопку «Сканировать / бежать», чтобы начать сканирование.

Прибор издаст звуковой сигнал, и на ЖК-дисплее отобразится:



Число в верхней строке является счетчиком текущего сканирования, включая все сканы, сохраненные в MicroTOPSII памяти.

4. Направляйте измеритель на солнце, пока прибор не подаст два звуковых сигнала и на дисплее не отобразится RDY сообщение. В это время измерение завершено.

5. Для просмотра результатов измерений нажмите кнопку ►. Клавиши ► и ◀ прокручивают параметры для отдельной записи (одно сканирование или измерение). Кнопки ▲ и ▼ изменяют выбранную запись. Каждая запись идентифицируется по дате и времени в верхней строке ЖК-дисплея. Чтобы вернуться в режим готовности нажмите кнопку Scan / Escape. См. «Просмотр сохраненных данных» на стр. 21 для больше информации.

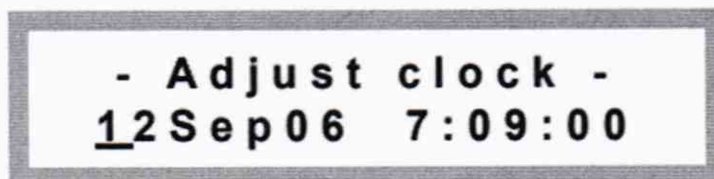
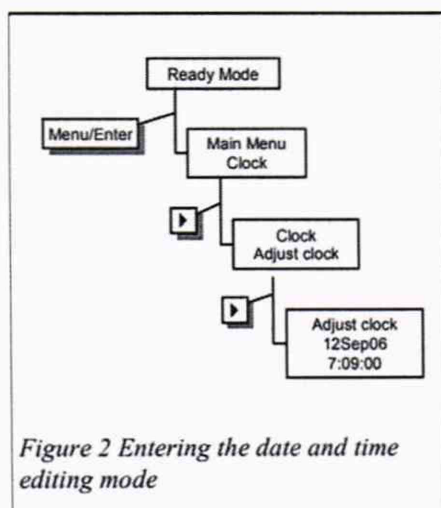
3 Настройка

3.1 Часы реального времени

MicroTOPSII имеет встроенные часы реального времени и календарь (RTC), который обеспечивает время для расчета солнечного зенитного угла. Программный триммер для часов повышает долговременную точность часов. Текущая дата и время отображаются в режиме готовности. Настройки часов, календаря и часового триммера можно изменить с клавиатуры (глава 3.1.1) или удаленно через компьютер (глава 4.2.6).

3.1.1 Установка времени и даты

Чтобы установить RTC, войдите в меню, нажав кнопку меню / ввода, а затем на 2 ступени вниз нажмите ► или клавишу Menu / Enter дважды (рисунок 2).



ЖК-дисплей покажет текущую дату и время с элементом дня - подчеркнут курсором (см. выше). Выбранный (подчеркнутый) пункт может быть увеличен или уменьшен нажатием и ключи. Выбор можно изменить, нажав и, при увеличении или уменьшении каждый элемент будет принимать значения из диапазона, действительного для этого конкретного элемента. После установки

времени нажмите кнопку **Scan / Escape** 3 раза, чтобы вернуться к готовому режиму.

Обратите внимание, что MicroTOPSII использует универсальное время (UT) для всех расчетов. Это время определяется вращением Земли и определяется астрономическими наблюдениями. UT относится к нулевому меридиану, который проходит через обсерваторию в Гринвиче, Лондон. Для целей измерения водяного пара и аэрозоля — это время можно считать эквивалентным UTC (Всемирное координированное время), поскольку они не расходятся более 0,9 секунд. Исторически UT называлось GMT (среднее время по Гринвичу) и сообщали некоторые радиостанции, такие как BBC. Другой синоним UTC - время "зулу". Это вытекает из военных обычаев написания времени в виде часов и минут вместе с добавлением буквы, обозначающей часовой пояс. Например, 2345Z = 23: 45UTC ≈ 23: 45UT.

Требуемая точность измерения водяного пара и аэрозоля по времени составляет 20 секунд. Универсальное Время транслируется радиостанциями BBC. UT также можно рассчитать, зная смещение между вашим местным стандартным временем (LST) и UT, которые являются постоянными для каждого часового пояса и для большинства мест целый час кретен. Например, если ваш LST 14:45:30, а часовой пояс GMT-5, тогда UT 9:45:30. Обратите внимание, что большинство стран используют летнее время в течение летнего сезона, который компенсируется на 1 час. из ЛСТ.

3.1.2 Часы триммер

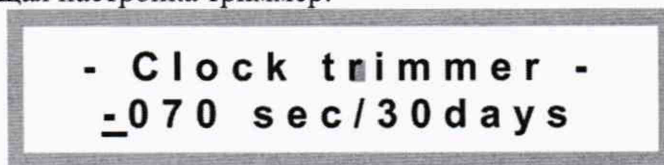
Абсолютная точность часов с низким энергопотреблением не подходит для длительного времени. Таким образом, программный "триммер часов" был внедрен в MicroTOPSII. Когда даны часы ошибка в секундах за 30 дней алгоритм периодически пропускает или добавляет 5 секунд, эффективно сохраняя время в течение 5 секунд из точного времени. Остаточная ошибка будет зависеть в основном от температуры хранения прибора. Для калибровки триммера выполните следующие действия:

1. Установите триммер часов на 0 (см. Ниже) и установите часы на точное время (например, из радиопередачи или Приемник GPS).
2. Проверьте время через несколько дней (не менее 5) и отметьте разницу с точным временем.
3. Рассчитайте смещение времени в секундах за 30 дней. Например, если часы сместились на 12 секунд вперед через 9 дней (216 часов) смещение часов за 30 дней составляет:

$$30_{\text{дней}}_{\text{снос}} = 30 \text{ дней} * \frac{12 \text{ секунд}}{9 \text{ дней}} = +40 \text{ секунд}$$

Установка триммера на противоположное смещению часах, то есть -40 секунд / 30 дней, будет эффективно исправить ошибку часов.

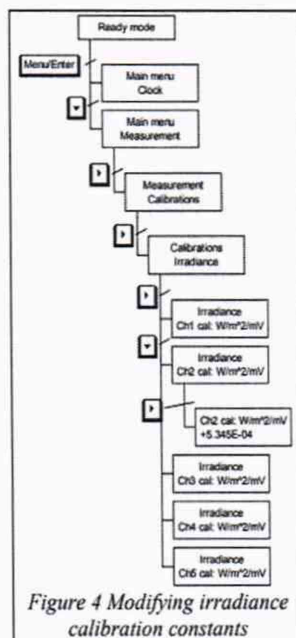
Чтобы установить триммер часов, войдите в меню, нажав кнопку меню / ввода, шаг 1 уровень нажимая ► или **Menu / Enter**, нажмите, ▼ чтобы выбрать триммер часов в меню **Clock**, и нажмите ► или **Menu / Enter**, чтобы перейти к редактированию триммера (рисунок 3). На дисплее отобразится текущая настройка триммер:



Одна цифра во временной коррекции будет выделена (подчеркнута) курсором. Эта цифра может быть увеличена или уменьшена нажатием клавиш ▼ и ▲. Выбор можно изменить, нажав ► и ◀ если курсор указывает на символ знака, то клавиши ▼ и ▲ переключают его между + и -. Чтобы вернуться в режим **RDY**, нажмите клавишу **Escape** 3 раза.

3.2 Параметры измерения и калибровочные константы

Для измерения АОТ, водяного пара и освещенности MicroTOPSII хранит набор калибровочных констант, которые связаны с электрической сигнал измеряется его аналого-цифровым преобразователем до требуемых физических величин. Эти константы описаны в главе «Калибровка»



константы", что следует. Другие важные настройки описаны в главе 3.2.2 «Обработка данных» влияет на процесс измерения и обработки данных.

3.2.1 Калибровочные константы

MicroTOPSII хранит два набора калибровочных констант: заводская калибровки (FC) и пользовательские калибровки (UC). FC программируются в приборе во время процесса калибровки и не могут быть изменены пользователем. UC изначально установлены равными FC, но может быть индивидуально изменен с клавиатуры прибора, если Пользователь заново калибрует прибор самостоятельно. Восстановление калибровок функция копирует FC в UC, восстанавливая начальную конфигурацию инструмента. Значения для АОТ, водяного пара и освещенности не являются хранятся в памяти во время измерения. Вместо необработанных данных в мВ сохраняется, а значения АОТ, водяного пара и освещенности рассчитывается на основе записанного напряжения и тока UC во время последовательной передачи или отображается на ЖК-дисплее. Набор UC может быть прочитан через последовательный порт с помощью функции X в меню пульта дистанционного управления (см. стр. 28).

3.2.1.1 Константы калибровки освещенности

Калибровочные константы для излучения связи измеряемого сигнала в мВ с абсолютной радиометрической мощностью в Вт / м² прямой солнечной радиации. Поле зрения MicroTOPSII составляет 2,5°, поэтому больше чем угол отклонения солнечного диска. Небольшая поправка на околосолнечное излучение учитывается при калибровке измерителя. Все константы калибровки освещенности получены для номинального фильтра ширины полосы и ее номинальной центральной длины волны (см. спецификацию для подробности). Существует 5 констант калибровки освещенности C1-C5, соответствующих номинальным длинам волн фильтров прибора. Каждая калибровочная константа может быть индивидуально изменена с клавиатуры. Рисунок 4 иллюстрирует путь меню, который приводит к редактированию калибровочной константы освещенности на канале 2.

По достижении режима редактирования постоянная калибровки отображается в экспоненциальной форме (научное обозначение):

Выбранная (подчеркнутая) цифра может быть увеличена / уменьшена с помощью клавиш ▲ и ▼, и выбор может быть изменен с ► и ◀ Знаки можно переключать между + и -. Экспонента Индикатор E будет автоматически пропущен при изменении выбора. Нажатие клавиши **Escape** позволяет вернуться на более высокие уровни в режиме готовности.

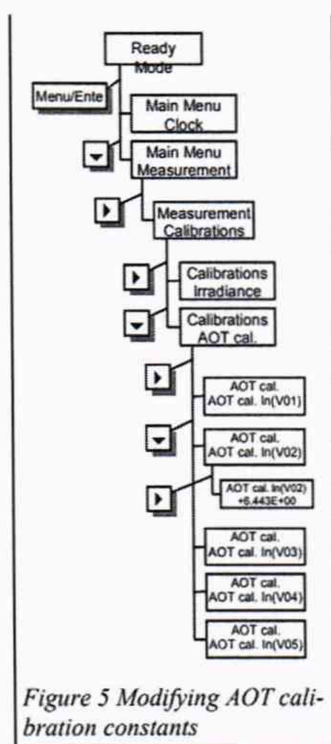


Figure 5 Modifying AOT calibration constants

Число будет автоматически преобразовано в его простейшую форму с первой цифрой всегда > 0, кроме случаев, когда целое число ноль. Например, 0.234E-04 автоматически станет 2.340E05. Таким образом, обеспечивается лучший динамический диапазон для редактирования чисел.

3.2.1.2 Калибровочные константы АОТ

Существует калибровочная константа АОТ для каждого из 5 каналов MicroTOPSII. Эти константы представляют собой натуральный логарифм теоретического сигнала в [мВ], скорректированный по среднему значению Земля-Солнце расстояние каждый канал будет читать в верхней части атмосферы (воздушная масса 0). Из-за очевидных трудностей калибровки MicroTOPSII в пространстве калибровочные константы определяются в немного менее суровой среде. Внесемные сигналы получено либо методом заговора Лэнгли в обсерватории Мауна-Лоа на Гавайях, либо путем одновременного сравнения с эталоном солнечный фотометр, который был откалиброван на Мауна Лоа. 5 калибровочных констант, участвующих в расчете АОТ:

ln (V01) - натуральный логарифм внеземной постоянной для канала 1 (для среднего расстояния от Солнца до Земли)

ln (V02) - натуральный логарифм внеземной постоянной для канала 2 (для среднего расстояния от Солнца до Земли)

ln (V03) - натуральный логарифм внеземной постоянной для канала 3 (для среднего расстояния от Солнца до Земли)

ln (V04) - натуральный логарифм внеземной постоянной для канала 4 (для среднего расстояния от Солнца до Земли)

ln (V05) - натуральный логарифм внеземной постоянной для канала 5 (для среднего расстояния от Солнца до Земли)

MicroTOPSII рассчитывает значение АОТ для каждой длины волны на основе сигнала канала, его внеземная постоянная, атмосферное давление (для рассеяния Рэлея), время и место. Солнечная коррекция расстояния применяется автоматически. Все расчеты оптической толщины основаны на законе Бугера-Ламберта-Бера. Формула АОТ выглядит следующим образом:

$$AOT_{\lambda} = \frac{\ln(V_{0\lambda}) - \ln(V_{\lambda} * SDCORR)}{M} - \tau_{R\lambda} * \frac{P}{P_0}$$

Если индекс «λ» относится к длине волны канала, ln (V0λ) - это калибровочная постоянная АОТ, V λ - интенсивность сигнала в [мВ], SDCORR - средняя коррекция расстояния от Земли до Солнца, M – оптическая airmass, τRλ - оптическая толщина Рэлея, а P и P0 - давление станции и стандартный уровень моря давление (1013,25 мБ) соответственно.

Детали расчетов и калибровки представлены в разделе «Теория работы» на странице. 39.

На рисунке 5 показан путь меню к константам калибровки АОТ. Правила редактирования чисел описаны в главе «Константы калибровки освещенности» на странице 12.

3.2.1.3 Константы калибровки водяного пара

Константы калибровки для расчета водяного пара включают в себя:

К - постоянная, зависящая от спектральной пропускной способности канала 936 нм фильтра

В - постоянная, зависящая от спектральной пропускной способности канала 936 нм фильтра

С - коэффициент масштабирования между оптической глубиной аэрозоля при 1020 или 870 и 936 нм

Если канал 936 нм присутствует вместе с 870 или 1020 нм, то расчет водяного пара может быть сделаны на основе внеземной постоянной канала 936 нм, его сигнала, времени, местоположения, воды

константы калибровки пара (К, В и С) и АОТ при 936 нм, оцененные из соседних каналов. В настоящей версии АОТ при 936 нм определяется как среднее значение АОТ при 870 и 1020 нм.

каналы (если присутствуют оба), как АОТ1020 * С, если существует только 1020 нм, или как АОТ870 * С, если только 870

нм существует. Константа С является третьей калибровочной константой водяного пара. Для стандартной атмосферы США С

составляет 1,16 или 0,91 для 1020 нм и 870 нм соответственно.

Расчет водяного пара основан на форме закона Бугера-Ламберта-Бера для 936 нм

канал, который расположен в полосе поглощения водяного пара. Столб водяного пара в [см] рассчитывается следующим образом:

$$W = \left(\frac{\ln(V_{0w}) - \ln(V_w * SDCORR) - \tau_{aw} * M}{K * M^B} \right)^{1/B}$$

Где индекс «w» относится к каналу водяного пара 936 нм, ln (V0w) - калибровочная постоянная АОТ, Vw - интенсивность сигнала в [мВ] SDCORR - средняя коррекция расстояния от Земли до Солнца, M - оптическая масса воздуха, τaw - оптическая глубина аэрозоля, а К и В константы калибровки водяного пара.

Подробное описание алгоритмов и процедуры калибровки можно найти в разделе «Теория работы» на странице 25.

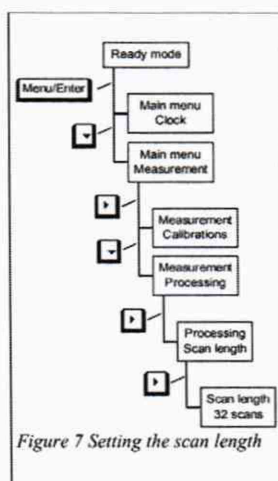
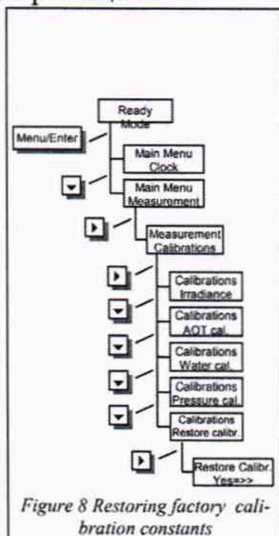


Figure 7 Setting the scan length

На рисунке 6 показан путь меню для редактирования констант калибровки водяного пара. Правила редактирования чисел описаны в главе «Константы калибровки освещенности» на странице 9.



3.2.1.4 Константы калибровки давления

Твердотельный датчик давления встроен в MicroTOPSII. Этот тип датчика давления характеризуется очень хорошей линейностью и стабильностью, но повторяемость процесса изготовления датчика плохая, поэтому каждый датчик нуждается в индивидуальной калибровке.

Датчик MicroTOPSII откалиброван на заводе в камере давления с 2-точечной процедурой калибровки. Игнорирование температуры алгоритм компенсации, формула, используемая для расчета давления в [мБ] от напряжения датчика:

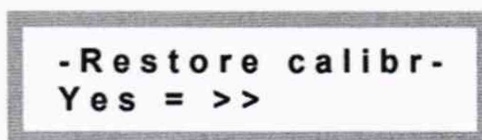
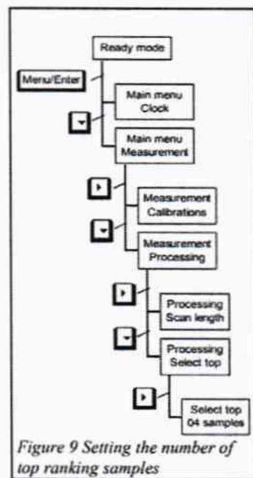
$$\text{ДАВЛЕНИЕ} = \text{PSCALE} * (\text{V} - \text{POFFS})$$

Где V - сигнал от датчика в [мВ], PSCALE и POFFS - это константы калибровки давления в [мБ / мВ] и [мВ] соответственно. Доступны две калибровочные константы PSCALE и POFFS через систему меню. Менять их не рекомендуется, поскольку для правильной калибровки необходимо специальное оборудование.

3.2.1.5 Восстановление заводской калибровки

Заводская калибровка может быть вызвана в случае внесения изменений что препятствует правильной работе инструмента. Эта операция восстанавливает все начальные калибровочные константы и настройки измерения.

Путь к экрану восстановления показан на рисунке 8. Пользователь представлен со следующим экраном:



Когда отображается вышеуказанный экран, кнопка \blacktriangleright запускает операцию восстановления. Кнопки **Escape** или **Enter** выходят в верхнее меню уровень без восстановления калибровок.

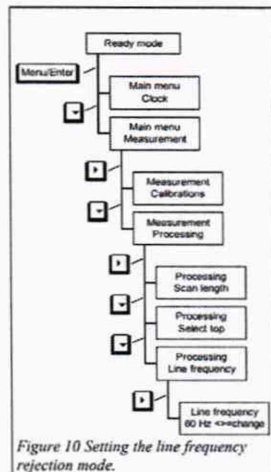
Текущие настройки калибровки можно распечатать через последовательный порт используя функцию X в **дистанционном меню** (см. стр. 20).

3.2.2 Обработка данных

Параметры, которые могут быть изменены пользователем, включают: длину сканирования, количество выборок, выбранных для усреднения, и частота линии локальной системы распределения мощности. Первые два параметра выбираются в соответствии с большинством условий и не должны изменяться, за исключением особых обстоятельств. Настройка локальной линии частота влияет на передаточную функцию внутреннего цифрового фильтра и позволяет устранить помехи в линии.

3.2.2.1 Длина сканирования

Для достижения максимальной производительности MicroTOPSII способен выполнять серию быстрых выборок всех каналов в течение одного сканирования измерений. Обработка серии образцов позволяет уменьшить погрешность, связанную с нацеливанием на солнце, и уменьшить шум



измерений. Эффективность метода, реализованного в MicroTOPSII, составяет описано в разделе «Теория работы» на стр. 25.

Каждое сканирование может содержать до 64 образцов из каждого из 5 каналов. Образцы взяты в быстрой последовательности со скоростью более 3 образцов в секунду (один образец содержит показания со всех 5 каналов). Следовательно, максимальное время для одиночного сканирования составляет около 20 секунд. Количество образцов в сканировании (**длина сканирования**) может быть установлено пользователем на число от 1 до 64. Значением по умолчанию является 32, и оно подходит практически для всего условия. Снижение количества образцов на одно сканирование может необходимо, если для принятия измерение.

На рисунке 7 показан путь к настройке длины сканирования. Правила редактирования номера описаны в главе «Константы калибровки освещенности» на стр. 9. Прибор не позволяет устанавливать длину сканирования на число ниже 1 или выше 64.

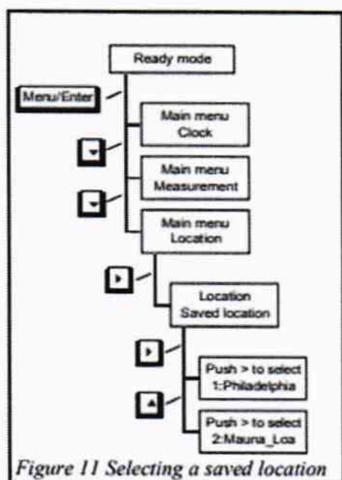


Figure 11 Selecting a saved location

3.2.2.2 Количество усредненных выборок

Коэффициент мощности сигнала рассчитывается для каждой выборки на основе сигнал со всех 5 каналов. Только образцы с самым высоким коэффициентом мощности сигнала ранжирования усредняется и передается для дальнейшей обработки.

Количество выборок высшего ранга, выбранных для усреднения, может установить пользователем значение от 1 до длины сканирования. Если это число равно длине сканирования, тогда все образцы просто усредняются. Если длина сканирования изменяется так, чтобы она была меньше количество выбранных сверху записей, затем число выбранных сверху записей автоматически уменьшается, чтобы соответствовать сканированию длина.

Хорошая настройка по умолчанию для 4 выборок, выбранных для усреднения для большинства условий. Следующие особые обстоятельства могут обосновать изменение этого параметра:

- Очень большая оптическая масса воздуха и слабый сигнал (менее 1mV). Увеличение количества усредненных выборок до максимума снижает уровень шума измерения.
- Необходимость сделать серию быстрых измерений. Убывающая длина сканирования и количество выбранных образцов будут ускорять процесс измерения.

Чтобы изменить количество выборок, выбранных для усреднения, выполните следующие действия. Путь показан на рисунке 9. Правила редактирования чисел описаны в главе «Константы калибровки освещенности» на странице 9. Прибор не позволяет этой настройке быть ниже 1 или больше, чем длина сканирования.

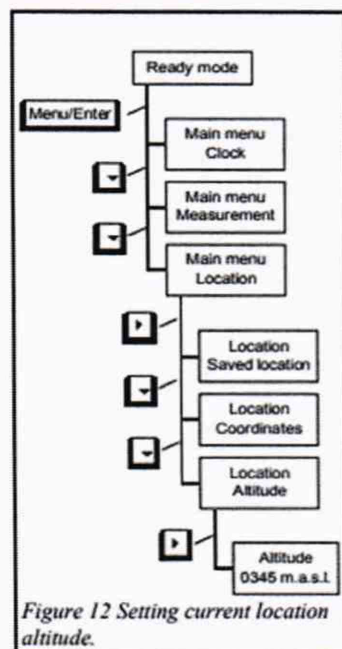


Figure 12 Setting current location altitude.

3.2.2.3 Линейная частота

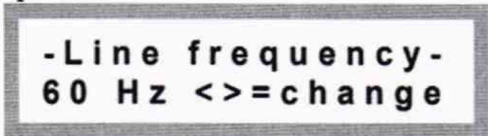
Наиболее распространенный источник помех в чувствительных электронных оборудовании электромагнитное излучение, излучаемое от мощности распределительные линии. Излучение испускается на основной частоте линии (60 Гц в США, 50 Гц в Европе), а также на гармонике частоты (кратные базовой частоте). Пока высокие частоты эффективно отфильтрованы по аналоговому, низкочастотному фильтр, основная и нижняя гармоники попадают на вход АЦП преобразователь с достаточной амплитудой для искажения показаний. A / D

3.2.2.3 Линейная частота

Наиболее распространенный источник помех в чувствительных электронных оборудовании электромагнитное излучение, излучаемое от мощности распределительных линий. Излучение испарителей на основной частоте линий (60 Гц в США, 50 Гц в Европе), а также на гармонике частотой пока выше Частоты эффективно отфильтрованы по

аналоговому, низкочастотному фильтр, основная и нижняя гармоники попадают на вход АЦП преобразователь с достаточной амплитудой для искажения показаний. А / D Преобразователь, используемый в MicroTOPSII, работает по принципу дискриминации частот линии и гармоники получаются путем правильной установки коэффициентов цифрового фильтра.

Путь к настройке частоты линии показан на рисунке 10. После выбора частоты в окне пользователя появится следующий экран:



Нажатие ► или ◀ переключает настройку между 50 и 60 Гц. Установка неправильной частоты приведет к повышенной вариабельности измерений в среде, загрязненной линейным излучением.

Нажатие **Escape** перебирает структуру меню в обратном порядке и возвращает управление к Режиму готовности.

3.3 Настройка местоположения

Установка географических координат места измерения имеет важное значение для АОТ и водяного пара измерение. Местоположение впоследствии используется вместе со временем в подпрограмме, которая вычисляет солнечный зенитный угол и воздушной массы во время измерения. Активные в данный момент настройки сохраняются в буфере текущего местоположения. Текущее местоположение буфера можно просматривать и редактировать с удаленного компьютера через последовательный порт (глава 4.2.1).

Допустимые диапазоны для параметров местоположения следующие:

- Широта: <-90, +90>
- Долгота: (-180, +180>
- Высота над уровнем моря: (-1000, +20000)
- Давление: <0, 1100)

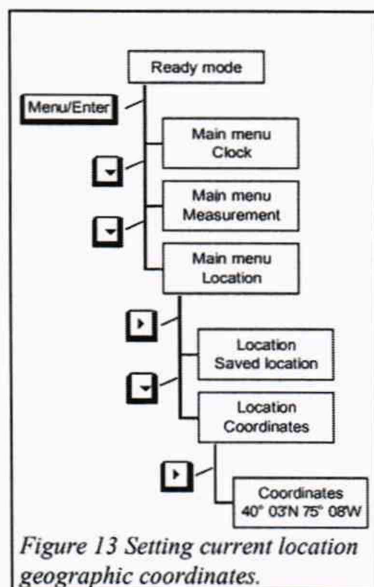


Figure 13 Setting current location geographic coordinates.

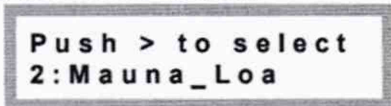
3.3.1 Сохраненные местоположения

В дополнение к текущему буферу местоположения MicroTOPSII содержит внутреннюю базу данных из 6 названных местоположений, которые могут быть запрограммированы с ПК через последовательный порт (глава 4.2.3). Любые записи местоположения из базы данных могут быть быстро скопированы в буфер текущего местоположения с помощью функции «Сохраненное местоположение». Это облегчает настройку местоположения при проведении измерений в нескольких местах. Дополнительным преимуществом названий мест является вариант стоит рассмотреть.

Обратите внимание, что база данных сохраненных местоположений не может быть изменена с клавиатуры прибора, а информация для расчетов не извлекается непосредственно из этой базы данных. Настройки местоположения для расчетов всегда исходят из текущего местоположения буфер. Функция «Сохраненное местоположение» копирует только выбранную запись (содержит:

координаты, высоту и давление) из базы данных в буфер текущего местоположения. Содержимое буфера текущего местоположения можно редактировать с клавиатуры. Все параметры местоположения (кроме имени) хранятся с каждым сканированием измерений.

Путь по меню для выбора сохраненного местоположения показан на рисунке 11. Вкл. самый низкий уровень пользователю предлагается с сообщением:



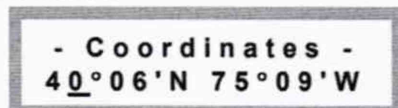
Верхняя строка сообщает, что нажатие клавиши ► скопирует выбранные параметры местоположения в текущий буфер местоположения. Нижняя ЖК-строка показывает номер записи расположения базы данных, выбранной в данный момент, и название места, хранящегося в нем. В базе 6 записей.

Изначально некоторые из них называются «Пусто» и все параметры местоположения установлены на ноль.

Выбор можно изменить, нажав клавишу ▲ или ▼. На дисплее прокрутить все записи. Для того, чтобы скопировать параметры местоположения, необходимо нажать клавишу при наведении на нужное место нахождения. Прокрутка базы данных не изменяет содержимое буфера текущего местоположения.

3.3.2 Координаты

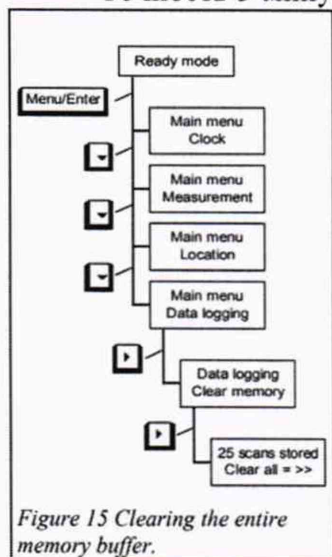
Географические координаты в буфере текущего местоположения могут быть изменены с клавиатуры (рисунок 13). ЖК-дисплей покажет:



Выбранный (подчеркнутый) элемент можно увеличивать / уменьшать с помощью клавиш ▲ и ▼, а выбор можно изменять с помощью ► и ◀. Направления широты и долготы изменятся соответственно на N / S и W / E. Нажатие клавиши **Escape** позволяет вернуться к более высоким уровням и в **режим готовности**. Степени (°) и минуты (1' = 1/60 °) изменяются независимо. Обратите внимание, что координаты иногда указываются в градусах и десятичных долях градуса. В этом случае правильное преобразование необходимо.

Точность 5-минутного угла достаточна как для широты, так и для долготы.

Смена координат вступает в силу немедленно. Это повлияет только на измерения, сделанные после изменений. Измерения, уже сохраненные в буфере памяти, останутся неизменными.



3.3.3 Высота

Версия MicroTOPSII для фотометра не использует установку высоты в любом из расчетов для АОТ или водяного пара и, следовательно, существует только в информационных целях.

Тем не менее, озон метр версия MicroTOPSII, которая является похож на версию солнечного фотометра, но настроен с короткими ультрафиолетовые фильтры в трех из пяти каналов и алгоритмы для вывода столбца общего озона, использует высоту в Расчет эффективного пути излучения (μ) через озон слой. Тем не менее, обе версии MicroTOPSII принимают высоту в метрах над уровнем моря (м.с.с.л.). Высота в текущий буфер местоположения может быть изменен с клавиатуры (см. Рисунок

12). При редактировании высоты номера применять правила редактирования. Правила редактирования номера описаны в главе «Константы калибровки освещенности».

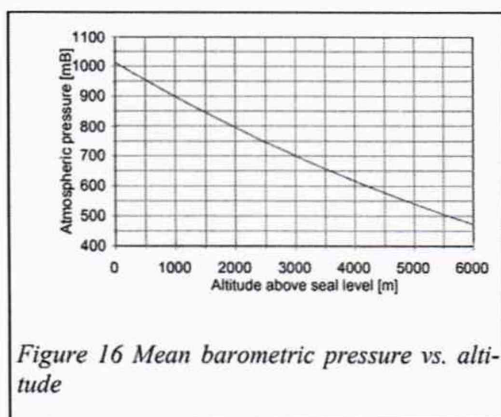


Figure 16 Mean barometric pressure vs. altitude

3.3.4 Давление

Атмосферное давление влияет на абсолютный оптический путь, который солнечное излучение должно пройти до того, как оно достигнет прибора. Следовательно, он влияет на процесс рассеивания Рэля и должен учитываться при расчете АОТ. Для большинства применений достаточно ввести среднее давление на станции. MicroTOPSII принимает давление в миллибарах (мБ). Путь к меню показано на рисунке 14. Правила редактирования номера описано в главе «Константы калибровки освещенности» на стр. 9. Нажатие **Escape** после числа установки вернется к верхним уровням

меню. Точность 10 мВ достаточно. На рисунке 16 показано, как давление на станции изменяется с высотой. Если высота не известна это может быть оценено на основе измерения давления. Для облегчения измерений MicroTOPSII оснащен датчиком давления. Чтобы использовать датчик, предварительно установленное давление станции должно быть установлено на ноль. **Если предварительно установленное давление станции не равно нулю, оно имеет приоритет перед датчиком, а предварительно установленное давление станции сохраняется и используется для расчетов.**

Для преобразования единицы 1: мб = 0,0145 фунт / кв. дюйм = 0,02953 дюйма ртутного столба = 0,1 кПа = 0,75006 мм ртутного столба

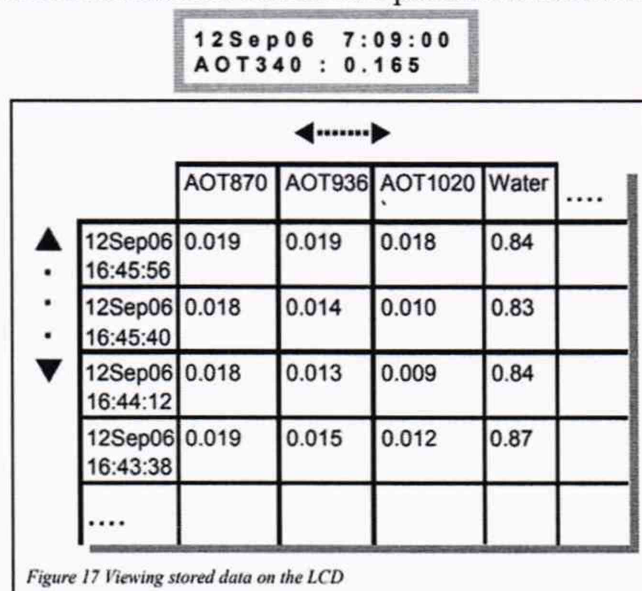
3.4 Регистрация данных

MicroTOPSII имеет энергонезависимый буфер памяти для хранения данных. После каждого измерения сканируйте один запись добавлена в буфер. Если пространство памяти заполнено, то на ЖК-дисплее отображается сообщение «Память заполнена», и последнее сканирование игнорируется. Для хранения дополнительных записей буфер памяти должен быть очищено (см. «Очистка буфера памяти» на стр. 16) или некоторые записи должны быть удалены. Данные из буфера можно загрузить на компьютер через последовательный порт (см. «Связь с компьютером» на стр. 17) или просмотреть на ЖК-дисплее.

3.4.1 Просмотр сохраненных данных

Режим просмотра данных позволяет проверять все данные, хранящиеся в энергонезависимой памяти прибора.

Режим просмотра запускается нажатием клавиши в режиме готовности. Дисплей показывает:



ЖК-дисплей действует как окно с одной ячейкой в большую воображаемую электронную таблицу (Рисунок 17). В верхней ЖК-строке указывается дата и время выбранной записи. Нижняя строка показывает название параметра тер и его стоимость. При входе в режим просмотра окно расположено в верхнем левом углу таблицы, показывая AOT канала # 1 с последнего сохраненного сканирования.

Окно можно перемещать по электронной таблице с помощью ключей ▲ ▼► и ◀. Клавиши ► и ◀ изменяют отображаемый параметр в одну запись, в то время как клавиши ▲ и ▼ прокручивают окно между записями, показывая значение выбранного параметра в других записях (другие сканы). Верхняя ЖК-строка всегда показывает дату и время, поэтому запись может быть легко идентифицирована. Отображаемое нормальное прямое излучение не сохраняется в памяти. Вместо этого он рассчитывается на лету при отображении на ЖК-дисплее на основе необработанных данных (в мВ) и калибровочной константы C1 ... C5 (в Вт / м2 / мВ) и описано в разделе «Калибровочные константы» на стр. 12).

Нажатие **Escape** завершает режим просмотра и возвращает управление в режим готовности.

3.4.2 Очистка буфера памяти

Буфер данных прибора также можно очистить с клавиатуры ПК (см. «Пульт дистанционного управления» на стр. 17). Путь к меню Функция очистки памяти показана на рисунке 15. Пользователь представлен с экраном:

Таблица 1 Содержимое памяти, которое можно просмотреть на ЖК-дисплее.

Параметр	Описание
AOT1, 2, 3, 4, 5	Аэрозольная оптическая толщина на каждой из длин волн прибора
ВОДЫ	Столб водяного пара в [см]
Irradiance1, 2, 3, 4, 5	Прямое облучение на нормальной поверхности в [Вт / м ²] на каждой из длин волн инструмента
SZA	Солнечный зенитный угол в градусах
AM	Оптическая воздушная масса
SDCOR	Коррекция расстояния Земля-Солнце
Координаты	Географические координаты места измерения в градусах и минутах
Alt	Высота места измерения в метрах над уровнем моря
Давление	Барометрическое давление в месте измерения в миллибарах. Либо измеренное значение от датчика давления или предварительно настроенного давления станции (см. «Давление» на стр. 20)
Температура	Температура внутреннего оптического блока в градусах Цельсия
RAW1, 2, 3, 4, 5	Необработанные данные. Сигнал в [мВ] от каждого канала длины волны

В верхней строке показано количество записей данных (сканирований), находящихся в данный момент в памяти. Нижняя строка информирует ► это нажатие очистит буфер, и количество сохраненных сканов изменится на ноль. Для снятия из меню без удаления данных нажмите **Escape** или **Enter** вместо ►.

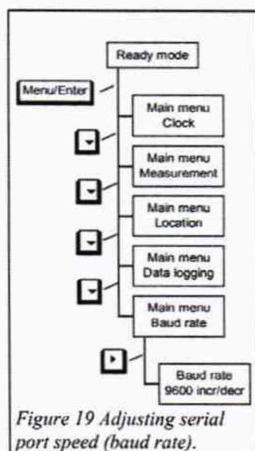


Figure 19 Adjusting serial port speed (baud rate).

3.4.3 Удаление последнего измерения

Если есть основания полагать, что последнее измерение является недействительным, его можно удалить из памяти, используя эту особенность. Рисунок 18 иллюстрирует путь меню.

В верхней строке указано количество сканирований, находящихся в данный момент в памяти. Каждый ключ активации удалит одну запись из памяти (последнюю измеренную), и отображаемое число будет уменьшено на единицу.

Для вывода без удаления данных нажмите **Escape** или **Enter**.

3.5 БАД СКОРОСТЬ

MicroTOPSII может связываться с компьютером или GPS-приемником через последовательный порт. Скорость этой линии связи настраивается от 2400 до 19200 бод. **Обратите внимание, что скорость передачи данных должна быть установлена на 4800, если GPS ресивер подключен к MicroTOPSII** (см. «Связь по GPS» на стр. 22). Установка более высокой скорости в бодах ускоряет процесс передачи данных и делает прибор более отзывчивым во время удаленной настройки. Тем не менее, некоторые более медленные компьютеры могут быть не в состоянии общаться надежно на самой высокой скорости.

Нижняя строка ЖК-дисплея указывает текущую настройку скорости передачи. Нажатие или увеличивает, ▲ или ▼ уменьшает скорость последовательного порта. Доступны следующие

варианты: 2400, 4800, 9600 и 19200 бит в секунду. Нажатие Escape возвращает управление на верхний уровень меню и в **режим готовности**.

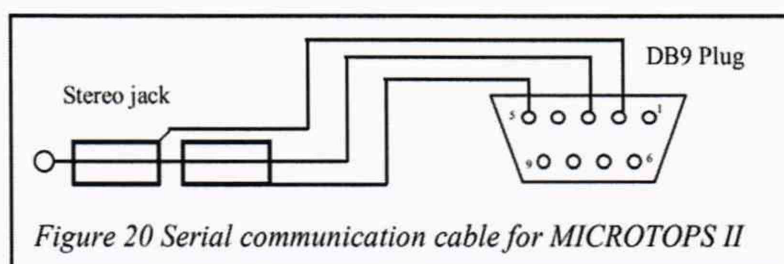
4 Компьютерная связь

MicroTOPSII может связываться с компьютером через последовательный порт RS232 с помощью прилагаемого кабеля с инструментом. Данные могут быть переданы с прибора на компьютер для архивации и обработка. Существует также ряд настроек, которые можно проверить и изменить удаленно. Выкл программное обеспечение для связи с полками (Windows Hyper Terminal или Procomm и т. д.) можно использовать для связи с MicroTOPSII. Тем не менее, рекомендуется использование Microtops Organizer (стр. 20), а Windows на основе программного обеспечения, которое выполняет управление данными автоматически.

4.1 Физическое соединение

Кабельное соединение между MicroTOPSII и последовательным портом показано на рисунке 20. DB9 Штекер должен быть подключен к доступному последовательному порту на задней панели компьютера. «Стереос штекер» должен быть вставлен в гнездо, расположенное сбоку MicroTOPSII. Если стороннее программное обеспечение для связи используется, тогда для установления связи необходима минимальная настройка:

1. Последовательный порт должен быть установлен на тот, к которому подключен MicroTOPSII.
2. Скорость передачи данных MicroTOPSII и последовательного порта компьютера должна быть одинаковой (см. «Скорость передачи данных») оценить» на стр. 16).
3. Настройки порта должны быть следующими: 8 бит данных, 1 стоповый бит, без проверки четности.
4. Рекомендуется эмуляция терминала ANSI.



MicroTOPSII Ozone Monitor-Sunphotometer Ver. 5.5N / 2003 S / N 07323

- A - показать текущее местоположение
- B - установить текущее местоположение
- C - очистить буфер данных
- L - список сохраненных мест
- M - изменить сохраненное местоположение
- P - печать буфера данных
- S - начать сканирование
- T - установить дату и время
- X - печать калибровочных констант

Рисунок 21 Удаленное меню MicroTOPSII

4.2 Пульт дистанционного управления

После завершения настройки включите MicroTOPSII и подождите, пока не будет достигнут режим готовности. (RDY на дисплее). Нажмите **Enter** на клавиатуре компьютера. MicroTOPSII отвечает экран показан на рисунке 21. Заголовок содержит модель, номер версии программного обеспечения и серийный номер инструмента. Следующее меню представляет собой набор функций, которые запускаются нажатием связанной клавиши или комбинацией клавиш на клавиатуре компьютера.

4.2.1 Распечатка и установка текущего местоположения

Код "a" или "A", отправленный в MicroTOPSII, предлагает инструменту вернуть его текущую настройку местоположения. Инструмент возвращает:

Текущее местоположение:

Lat (+ N) Long (+ E) Alt [м] Pres [мБ] Loc #
40,100 -75,152 75 0 256

Широта и долгота указаны в градусах и десятичных долях. Северная широта и восточная долгота положительны, Юг и Запад отрицательны. Высота в метрах и давление в миллибарах по номеру, указывающему, копируется ли текущее местоположение из одного из сохраненных и именованных местоположений (см. «Сохраненные местоположения» на стр. 13). Если местоположение было установлено вручную или из GPS, код 256.

Чтобы установить текущее местоположение с ПК, нажмите «b» или «B». MicroTOPSII отвечает следующим незамедлительно:

Введите текущее местоположение:

Lat (+ N) Long (+ E) Alt [м] Pres [мБ] [Loc #]
± xx.xxx ± xxx.xxx ± xxxx xxxx [x]

Если введено правильное местоположение в соответствии с шаблоном, показанным на экране, прибор подтвердит Принятие настроек нажатием «ОК». Если одно из введенных значений выходит за допустимые пределы, сообщение "**Незаконное значение!**" возвращается слишком мало цифр или неправильный шаблон приведут к игнорируемой! " Допустимые диапазоны для параметров местоположения следующие:

Широта: <-90, +90>
Долгота: (-180, +180>
Высота над уровнем моря: (-1000, +20000)
Давление: <0, 1100)

Изменения в текущем местоположении вступают в силу немедленно. Все компоненты текущего местоположения могут быть установлены индивидуально с клавиатуры прибора.

Примечание: координаты карты в формате DEG: MIN: SEC должны быть преобразованы в их десятичные форматы перед тем как войти для включения внутреннего датчика атмосферного давления введенное давление станции должно быть установить на 0.

4.2.2 Очистка буфера данных

Буфер инструмента можно очистить с компьютера, отправив символ «C» или «c». MicroTOPSII отвечает с подсказкой: **Очистить буфер данных? Y / N**

Нажатие «y» или «Y» подтверждает удаление сохраненных данных из MicroTOPSII.

4.2.3 Просмотр и установка сохраненных местоположений

Содержимое базы данных сохраненных местоположений (см. «Сохраненные местоположения» на стр. 13) можно настроить с ПК через последовательный порт. В ответ на нажатие буквы «l» или «L» на клавиатуре компьютера MicroTOPSII отвечает списком всех сохраненных местоположений (Рисунок 22). Заголовок идентифицирует параметры печати.

Сохраненные местоположения: Локальное имя Lat (+ N) Long (+ E) Alt [м] Pres [мБ] 1: Гленсайд +40.050 -075.133 20 1013 2: Мауна Лоа +19,533 -155,583 3397 680 3: Пусто +00.000 +000.000 0 1013 4: Пусто +00.000 +000.000 0 1013 5: Пусто +00.000 +000.000 0 1013 6: Пусто +00.000 +000.000 0 1013 Рисунок 22 Список сохраненных баз данных местоположений.

Северная широта положительная, юг отрицательный; восточная долгота положительная, западная отрицательная. Чтобы изменить любое из 6 мест, нажмите «m» или «M» на клавиатуре ПК. MicroTOPSII отвечает входом шаблон, показанный на рисунке 23. Введите параметры местоположения в соответствии с шаблоном, отображаемым на экране. Во-первых, это однозначное

число место, которое меняется максимальная длина названия локации 14 символов. Только буквенно-цифровые символы (a-z, A-Z, 0-9) и подчеркивание () допускаются в пределах Строка имени. Координаты в градусах с десятичной дробью (не минуты). Используйте точку для отделения дроби от целого числа. Два десятичных знака достаточны для координат. применяют описанные выше правила указателей. Высота в метрах и давление в миллибарах. Высота над уровнем моря и давление сохраняются как целые числа (без дробей). Разделите все элементы одним или несколькими пробелами и закончите ввод символом CR (Enter или Return на клавиатуре). Все параметры принимаются, тогда MicroTOPSII отвечает «**Местоположение x сохранено**», где x заменяется номером местоположения. В противном случае «**Ввод игнорируется!**» сообщение возвращается.

Введите новое местоположение:
 Локальное имя Lat (+ N) Long (+ E) Alt [м] Pres [мБ]
 x xxxxxxxxxxxxxx ± xx.xxx ± xxx.xxx ± xxxx xxxx
 Рисунок 23 Схема ввода местоположения.

Программное обеспечение Microtops Organizer предлагает интерактивный способ обновления базы данных о местонахождении прибора (см. "**Программное обеспечение Microtops Organizer**" в стр. 20).

4.2.4 Загрузка буфера данных

Отправка «р» или «Р» в MicroTOPSII запускает передачу данных из буфера прибора, переданные данные (рисунок 24) предшествует заголовок **REC # xxxx**, где **xxxx** - это количество записей, которые будут загружены. Ключевое слово **FIELDS** в следующей строке сопровождается списком имен полей, которые соответствуют структуре загружаемых данных. Когда передаваемая информация захватывается файла и затем импортируется в электронную таблицу, тогда эти имена полей появляются над столбцами данных, облегчающие управление данными. Имена полей также используются программой Microtops Organizer поэтому любые изменения в формате данных учитываются автоматически.

```

EC # 0001 {CR}
ОБЛАСТИ: {CR}
SN, ДАТА, ВРЕМЯ, широта, долгота, ВЫСОТА, ДАВЛЕНИЕ, SZA, AM, SDCORR, TEMP, ID, SIG380, SIG500, SIG870, SIG9
36, SIG1020, STD380, STD500, STD870, STD936, STD1020, R380_500, R500_870, R870_936, R936_1020, AOT380, AOT500
, AOT870, AOT936, AOT1020, ВОДА {CR}
07323,09 / 18 / 2006,14: 04: 31, 40,050, -75,133, 20, 1013,54,28, 1,710,1,009, 25,3, 0, 310,23,
395,03, 994,34, 462,90, 819,45, 0,004, 0,005, 0,006, 0,003, 0,007, 0,7853, 0,3973, 2,1481,
0,5649, 0,172, 0,123, 0,070, 0,063, 0,055, 1,34 {CR}
END. {CR}
    
```

Рисунок 24 Формат передачи данных. Длинные строки обернуты вокруг и помещен маркер {CR}, куда отправляется символ возврата каретки

Поля данных разделены запятыми, а записи - символами CR. Этот формат принят большинством программ обработки данных. Используйте формат с разделением запятыми при импорте данных.

Таблица 1 содержит подробное описание всех полей в загружаемых данных.

Передача заканчивается ключевым словом «END» сопровождаемый символом CR для сохранения переданных данных на диск используйте функцию захвата данных вашего коммуникационного программного обеспечения. Различные программы используют разные способы начала сбора данных. Пожалуйста, обратитесь к руководству вашей программы для конкретных инструкций.

4.2.5 Инициирование сканирования

Сканирование измерений может быть инициировано с удаленного компьютера путем отправки символа «s» или «S» через последовательный порт. Эта функция может использоваться для управления MicroTOPSII при установке на штатив.

4.2.6 Установка даты и времени

Если MicroTOPSII получает код "t" или "T", прибор отвечает запросом текущие универсальные дату и время (UT):

Дата и время (UT):

мм / дд / гг чч: мм: сс {ENTER}

Если действительные дата и время вводятся после отображаемого шаблона, то внутренние часы устанавливаются на время и прибор отвечает «ОК». Если запись недействительна, MicroTOPSII отобразит «Invalid!» сообщение. Внутренние часы также можно настроить с клавиатуры (см. «Установка времени и даты»).

4.2.7 Печать калибровочных констант

Все пользовательские калибровочные константы (см. «Калибровочные константы» на стр. 9) можно получить из MicroTOPSII, отправив код "x" или "X". Инструмент отвечает со списком текущих настроек (рисунок 25). Обратите внимание, что пользовательские калибровочные константы инициализируются на заводе и установлены равными заводским калибровочным константам.

```
Current calibration constants S/N:07323 LNV01=6.799E+00 LNV02=6.443E+00
LNV03=7.056E+00 LNV04=7.540E+00 LNV05=6.825E+00 C1=5.363E-03 C2=3.063E-02
C3=8.155E-03 C4=4.412E-03 C5=7.814E-03 K=7.847E-01 B=5.945E-01 C=0.00 POFFS=-
1.302E+01 PSCALE=1.746E+01 Figure 25 Printout of MICROTOSPS II calibration constants.
```

5 Microtops Органайзер Программное обеспечение

5.1 Введение

Назначение Microtops Organizer - сделать MicroTOPSII более простым в использовании и более продуктивным, предоставляя программное обеспечение, которое выполняет сбор данных и настройку прибора. Сначала буфер данных загружается на ПК, где он постоянно хранится в базе данных в формате DBase IV. Файл, DATA.DBF, находится в подкаталоге, в который был установлен Microtops Organizer. Кроме того, программное обеспечение позволяет пользователю устанавливать местоположения для инструмента, изменять название местоположения в базе данных, и очистить буфер памяти инструментов.

5.1.1 Установка программного обеспечения

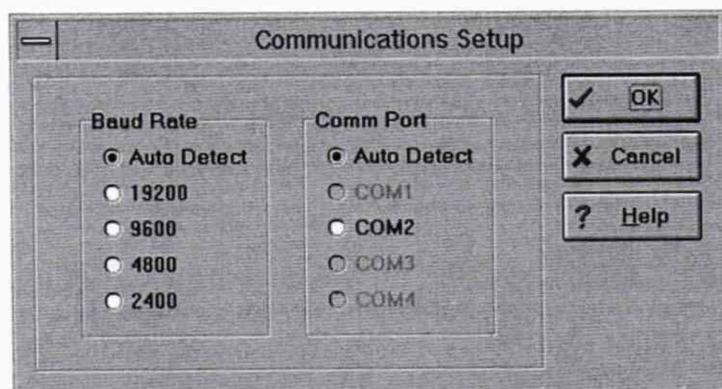
1. Вставьте установочный компакт-диск, программа установки должна запуститься автоматически. Если это не так, запустите setup.exe. Microtops Organizer также можно загрузить с веб-сайта Solar Light по адресу www.solarlight.com/faqs/SoftwareDownloads.html

2. Подключите большой конец (9-контактный) последовательного кабеля, поставляемого с MicroTOPSII, к доступному последовательному порту на задней панели ПК и маленький конец (разъем для фоно) для MicroTOPSII.

3. Включите MicroTOPSII.

4. Microtops Organizer теперь готов для передачи данных из буфера данных MicroTOPSII в ваш ПК.

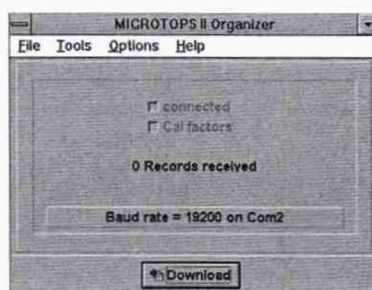
5.1.2 Настройка связи



Настройки последовательного порта (скорость комфорта и бода) можно настроить с помощью команды «Связь» в меню параметров. Настройки по умолчанию - Авто определение для скорости передачи в бодах, а также для Comport, которая автоматически определит соответствующий порт и скорость передачи данных для связи с MicroTOPSII

5.2 Работа с микротопами

5.2.1 Загрузка данных

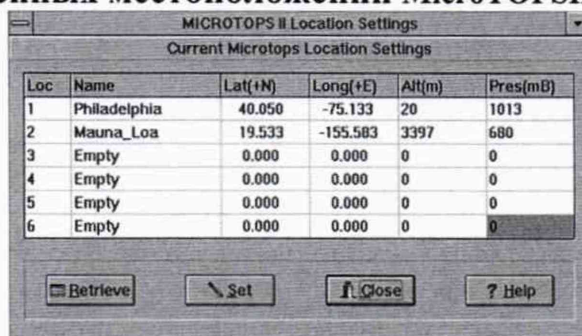


Загрузка данных осуществляется нажатием кнопки «Скачать» в нижней части главного окна и убедитесь, что MicroTOPSII подключен к ПК с помощью прилагаемого кабеля и включен. После нажатия кнопки «Скачать» содержимое буфера данных MicroTOPSII будет скопировано в базу данных DATA.DBF, расположенную на ПК.

5.2.2 Очистка буфера данных

Буфер данных MicroTOPSII можно очистить, выбрав команду очистить буфер в Меню инструментов. Пользователю будет предложено убедиться, что буфер данных должен быть очищен.

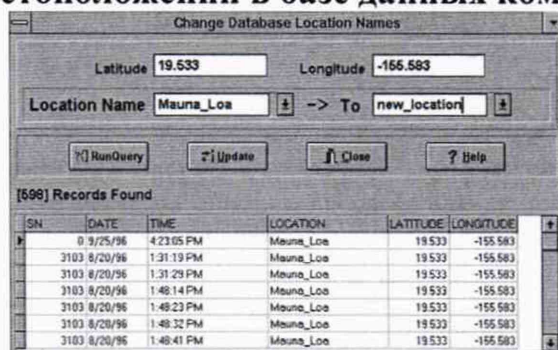
5.2.3 Изменение сохраненных местоположений MicroTOPSII



Внутреннюю базу данных местоположений MicroTOPSII (макс. 6 местоположений) можно просмотреть и изменить, выбрав команду «Изменить местоположение прибора» в меню «Инструменты». Только законные значения будут приняты MicroTOPSII. Кнопка «Восстановить» отобразит все местоположения, сохраненные в инструменте. Чтобы изменить настройку местоположения, введите новые данные в соответствующую строку и нажмите кнопку установить. Все отображаемые местоположения будут сохранены на приборе для дальнейшего использования.

5.3 Операции с базой данных

5.3.1 Изменение имен местоположений в базе данных компьютера



Расположение базы данных можно изменить, выбрав команду «Переименовать расположение базы данных» в Меню инструментов. Появится новое окно. Прежде чем менять названия мест, укажите правильные данные выбранные в базе данных. Чтобы выбрать точки данных, выберите название местоположения, которое необходимо исправить. (выберите <пробел> для пустых названий местоположений), при необходимости введите широту и долготу местоположения и нажмите кнопку «Выполнить запрос». Все точки данных, определенные вышеупомянутыми критериями, будут отображены в таблице результатов запроса в нижней части окна. Если правильный набор точек данных находится в таблице результатов запроса, то имена местоположений

готовы к изменению. Выберите или введите новое местоположение имя, а затем нажмите **Обновить**. Новые имена локаций будут записаны в базу данных.

5.3.2 Импорт текстовых файлов

Данные MicroTOPSII можно импортировать из текстового файла ASCII в следующем формате:

1. Калибровочный постоянный заголовок

2. Данные Программного обеспечения для связи, такое как Windows HyperTerminal или Procomm, может создать файл с Требуемый форматм данных. Основные шаги:

1. Настройте протокол связи (скорость передачи и скорость передачи)

2. Запустите файл журнала с расширением «* .txt».

3. введите «X», чтобы получить заголовок константы калибровки

4. введите «P» для загрузки данных

5. закройте файл журнала

Этот файл журнала теперь можно импортировать в базу данных с помощью команды **File:**

Import. Открытый

Появится диалоговое окно для выбора текстового файла (файла журнала) для импорта в базу данных. После выбора соответствующего файла с расширением «.txt» нажмите «ОК». Данные будут импортированы в базу данных.

5.3.3 Импорт файлов в формате обмена данными

Текстовые файлы базы данных можно импортировать в базу данных с помощью команды **File:**

Import. Открытый появится диалоговое окно для выбора текстового файла базы данных для импорта в базу данных. После выбора соответствующего файла с расширением «. dbt» нажмите «ОК», и данные начнут вставляться в базу данных.

5.3.4 Экспорт в формате обмена данными

Файлы базы данных можно экспортировать в текстовый файл базы данных с помощью команды **File: Export.** Сохранить появится диалоговое окно для выбора текстового файла базы данных для экспорта. После выбора или ввода, соответствующего файл с расширением «. dbt», нажмите «ОК». Данные будут экспортированы в текстовый файл базы данных.

5.3.5 Описание данных

Каждая запись данных в базе данных имеет поле описания данных, которое можно использовать как описание пользователя для данных. Это поле представляет собой текстовое поле из 40 символов, которое может содержать любой текст, на котором пользователь хочет сохранить данные. Некоторые виды использования включают в себя дату загрузки данных или имя человека, который собирал данные. Каждая загрузка приведет к появлению запроса на ввод описания данных, в котором пользователь можно набрать. Это приглашение можно отключить, сняв флажок в окне «**Описание данных**» в меню «**Параметры**». Меню.

6 GPS связь

Точные параметры местоположения могут автоматически передаваться из приемника GPS (Глобальной системы позиционирования) в MicroTOPSII. Приемник определяет местоположение на основе комбинации сигналы, испускаемые со спутников, вращающихся вокруг Земли. Для коммерческого использования типичная точность GPS Позиционирование составляет 30 метров. Любой GPS-приемник, поддерживающий форматы NMEA 0183 версий 1.5 и 2.0, может быть прочитанным MicroTOPSII.

6.1 Настройка GPS

Индивидуальные процедуры настройки варьируются между получателями. Следующий пример основан на Приемник Garmin Model GPS 72:

1. Включите приемник GPS

2. Включите MicroTOPSII и установите скорость передачи 4800. Это единственный MICROTOPS II настройка требуется для совместимости с GPS.

3. Соедините MicroTOPSII и GPS-приемник с помощью специального кабеля, поставляемого Solar Light ко для варианта GPS.

4. Перейдите на страницу **MAIN MENU** на **GPS**, дважды нажав кнопку **MENU**.

5. Выберите **SETUP** и нажмите **ENTER**, чтобы открыть меню **SETUP**.

6. Прокрутите до вкладки **ИНТЕРФЕЙС**.

7. Установите Формат последовательных данных в **NMEA**.

8. Установите скорость передачи 4800.

9. Нажмите **PAGE**, когда закончите, чтобы вернуться на страницу, показывающую силу спутникового сигнала.

10. Расположите приемник GPS таким образом, чтобы обзор неба не был затруднен, и прибор мог получить спутниковую информацию. Этот процесс может занять до нескольких минут в зависимости от спутника конфигурация и недавних изменений местоположения. Пожалуйста, обратитесь к руководству GPS, если приемник не в состоянии получить положение.

11. Как только позиция получена, приемник GPS показывает сообщение 2D NAV, если широта / долгота фиксируется на основе предыдущей информации о высоте. Сообщение 3D NAV появляется, когда GPS умеет рассчитывать и высоту.

12. Как только будет доступно определение местоположения, GPS-приемник отправляет эту информацию в MicroTOPSII. Через последовательный порт. Microtops II подтверждает получение действительной широты, долготы и времени информации и звучит зуммер 3 раза. Обычно новое исправление отправляется каждые 2 секунды и снова прозвучит зуммер. Бортовые часы Microtops II автоматически синхронизируются с точным временем, переданным спутниками GPS.

13. Garmin GPS также отправляет информацию о высоте, если в режиме 3D NAV. Эта информация относится только к Garmin, поскольку она не включена в стандарт NMEA. MicroTOPSII подтвердит получение информации о высоте, 2 раза включив звуковой сигнал.

14. Если все компоненты получены одновременно (широта, долгота, время и высота), то Зуммер подаст 5 звуковых сигналов (сразу 3 звуковых сигнала, а затем 2).

15. Когда вся информация отправляется на MicroTOPSII, приемник GPS может быть выключен и отключен от MicroTOPSII.

16. Приемник GPS не обеспечивает локальное давление, и этот параметр не изменяется в GPS. Если MicroTOPSII оснащен дополнительным датчиком давления, после чего давление на станции остается равным 0 включит измерение давления. В противном случае давление на станции должно обновляться вручную. Как только GPS настроен на поддержку NMEA, он запоминает настройки, и вся операция сокращается чтобы включить оба инструмента, связать их с помощью прилагаемого кабеля и ждать 3 или 5 звуковых сигналов от MicroTOPSII.

7 Техническое обслуживание

Как и с любым оптическим инструментом, с MicroTOPSII необходимо обращаться осторожно, и для оптимальной работы необходимо периодическое обслуживание.

7.1 Очистка и хранение

Для обеспечения долговременной стабильности инструмент следует хранить в сухом, непыльном месте, предпочтительно при комнатной температуре. Конденсация воды может повредить прибор при длительном воздействии период времени. Рекомендуется хранить инструмент в футляре для переноски. MicroTOPSII должны быть защищены от чрезмерных вибраций и ударов. Жесткий чехол и для транспортировки следует использовать подкладку из мягкой пены или кейс для переноски. Если инструмент подвергся удару (упал), его следует внимательно изучить и сравнить с другим справочным материалом. Может потребоваться повторная калибровка.

Переднее кварцевое окно должно быть чистым. Крышка окна должна быть закрыта всегда, кроме во время измерения. Прикосновение к окну с вашей кожей оставит маслянистый остаток, который повлияет на измерения. Рекомендуемый метод очистки окна - использовать Q-наконечник, чтобы подтолкнуть любой ворс или пыль с одной стороны, затем удалите ее потоком сжатого газа.

Только в крайнем случае, чистый спирт (изопропиловый или этиловый) можно использовать для удаления любых остатков из окна.

7.2 Обслуживание батарей

MicroTOPSII работает от четырех щелочных батарей типа AA. **Новый комплект** батарей прослужит не менее 50 часов непрерывной работы. Поскольку измерение требует очень мало времени, эффективное время автономной работы может быть несколько месяцев. Обратите внимание, что батареи NiCad AA не будут обеспечивать достаточное напряжение для MicroTOPSII.

Датчик низкого напряжения батареи встроен в MicroTOPSII. Аккумулятор проверяется при включении питания и каждую минуту после. Если напряжение батареи ниже или равно заданному минимуму, отображается сообщение «Батарея разряжена - введите = продолжить». Нажатие **Enter** возобновляет работу и больше не предупреждает и не будет отображаться до следующего цикла включения. Инструмент будет продолжать работать некоторое время; однако точность измерения может быть ухудшена.

Чтобы заменить батареи, крышку батарейного отсека следует потянуть к поднят. При замене обращайтесь внимание на полярность всех батарей.

7.3 Калибровка

Для обеспечения надежных показаний MicroTOPSII следует ежегодно калибровать и, если возможно, участвовать в сравнении с другими солнечными фотометрами. Процедура калибровки описана в «**Теория работы**» на стр. 25. Опытный пользователь в очень ясный день, имеющий доступ к сайту при беспрепятственном обзоре неба в течение всего утра можно попытаться выполнить калибровку АОТ и измерения водяного пара.

Калибровка освещенности может быть выполнена путем прямого сравнения MicroTOPSII с эталоном sunphotometer. Калибровка каждого канала предполагает номинальную ширину полосы пропускания фильтра этого канала и соответствующую номинальной центральной длины волны (см. «Метрологические и технические характеристики» на стр. 24). Например, показание канала 380 нм соответствует прямой составляющей излучения на нормальной поверхности в полосе 378 - 382 нм

8 Метрологические и технические характеристики

Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Спектральное разрешение, нм, не более	3,0
Диапазон измерений ЭО, Вт/м ²	от $1,0 \cdot 10^{-7}$ до $1,3 \cdot 10^{-2}$
Пределы допускаемой основной относительной погрешности, %, не более	±30

Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Рабочие длины волн, нм: - для определения ОСО - для определения ОСВП	305; 312; 320 936; 1020
Питание, В: от внутренних элементов питания типа AA	4×1,5
Габаритные размеры средства измерений, мм, не более: - высота - ширина - длина	200 43 100
Масса, кг, не более	0,6
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С - относительная влажность воздуха, %, не более - атмосферное давление, кПа	от 18 до 35 98 от 700 до 1060

Продолжение таблицы.

Оптические каналы	340 ± 0,3 нм, 2,0 ± 0,4 нм FWHM 380 ± 0,4 нм, 4,0 ± 0,6 нм FWHM 440 ± 1,5 нм, 10,0 ± 1,5 нм FWHM 500 ± 1,5 нм, 10,0 ± 1,5 нм FWHM 675 ± 1,5 нм, 10,0 ± 1,5 нм FWHM 870 ± 1,5 нм, 10,0 ± 1,5 нм FWHM 936 ± 1,5 нм, 10,0 ± 1,5 нм FWHM 1020 ± 1,5 нм, 10,0 ± 1,5 нм FWHM
Максимум. внеполосная чувствительность относительно пиковой передачи	340 нм: 10-6 λ <650 нм; 10-5 λ <1000 нм 380 нм: 10-6 λ <650 нм; 10-5 λ <1000 нм 440 нм: 10-5 λ <1000 нм 500 нм: 10-6 λ <1100 нм; 10-5 λ <1200нм 675 нм: 10-6 λ <1100 нм; 10-5 λ <1200нм 870 нм: 10-6 λ <1100 нм; 10-5 λ <1200нм 936 нм: 10-6 λ <1100 нм; 10-5 λ <1200нм 1020 нм: 10-6 λ <1100 нм; 10-5 λ <1200нм
Угол обзора	2,5 °
Динамический диапазон	> 3 * 10 ⁵
Точность	0,001 АОТ; Водяной пар 0,01 см
Нелинейность Макс.	0,002%
Компьютерный интерфейс	RS232
Хранение данных	800 записей
непрерывная работа	(10 мин. бездействие выключения)

Коэффициенты калибровки освещенности выводятся для номинальных значений FWHM и центральной длины волны в списке выше.

9 Теория работы

* **Примечание:** в этом разделе представлена информация о версии Озонометра Microtops II, однако Большая часть информации относится и к версии солнечного фотометра.

Разработка, калибровка и эксплуатация ручного озонометра MicroTOPSII *

Мариан Морис

Solar Light Co. Inc., Филадельфия, Пенсильвания, 19126

Форрест М. Мимс III

Солнечная фотометрическая атмосферная сеть, Сегуин, Техас, 78155

Стэнли Э. Андерсон

Колледж Висмонт, Санта-Барбара, Калифорния 93108

Абстрактные

MICROTOPS II, 5-канальный ручной солнечный фотометр, узкополосный фильтр для каждого канала был разработан для быстрого и недорогого измерения общего количества озона и водяного пара 2,5 нм FWHM для УФ-каналов было выбрано для баланса шума и измерения озона представление. Общая колонка озона автоматически рассчитывается на основе измерений при 3 УФ длины волн, широту и долготу участка, универсальное время, высоту и давление. Встроенное давление преобразователя облегчает измерение. Два ИК канала позволяют измерять общее количество осаждаемой воды в атмосфере. Критические аспекты конструкции, описанные в статье, включают: отклонение рассеянного света, термическую и долгосрочную стабильность, оптимизацию сигнала / шума, коллимацию, нацеливание и анализ данных. Характеристики MicroTOPSII проверяются по сравнению со спектрофотометрами Добсона.

9.1 Введение

Было предпринято несколько попыток создать недорогой портативный фотометр для измерения общего столбца озона¹, в прошлом основным препятствием для получения точных и

повторяемых результатов было отсутствие стабильных узкополосных УФ-фильтров с адекватным внеполосным подавлением. Последние достижения в технологии нанесения тонких пленок 2 позволили производить фильтры удовлетворительного качества.

Проект по переносному спектрометру озона (TOPS) 3-6 доказал, что фильтры в настоящее время доступны могут быть использованы для точного измерения общего столбца озона. На основании предыдущего опыта новый портативный солнечный фотометр и озоновый монитор были разработаны в компании Solar Light. MicroTOPSII - 5-канальный портативный солнечный фотометр, измеряющий прямое солнечное излучение при 300, 305,5, 312,5, 940 и 1020 нм. На основании этих измерений можно рассчитать общий столбец озона и общее количество водяной пар.

9.2 Основы инструмента

Озон поглощает более короткие волны солнечного ультрафиолетового излучения намного больше, чем более длинные.

Это означает, что количество озона между наблюдателем и Солнцем пропорционально отношению две длины волны ультрафиолетового излучения Солнца. MicroTOPSII использует это соотношение для получения Общей колонки озона (эквивалентная толщина чистого озонового слоя при нормальном давлении) из измерений 3 длин волн в УФ-области. Аналогично, как и в традиционном приборе Добсона, измерение на дополнительной 3-й длине волны позволяет корректировать рассеяние частиц и рассеянный свет. Поле зрения каждого из оптических каналов составляет 2,5°.

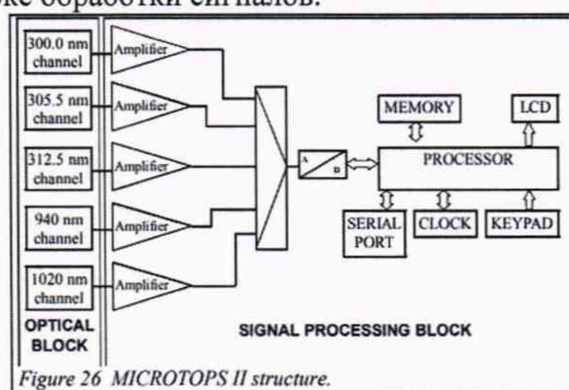
Осудительный водой определяется на основании измерений при 940 нм (вод поглощение пик) и 1020 нм (небольшое поглощение водой).

Как для расчета озонового столба, так и для осадочного водного столба требуется знание фактической массы воздуха. Он рассчитывается MicroTOPSII на основе времени от встроенных часов и пользовательских координат места измерения.

9.3 Конструкция прибора

Общая структура MicroTOPSII показана на рисунке 26. Оптический блок формирует поле зрения прибора, фильтрация входящего излучения, его обнаружение и облегчение наведения на солнце.

Электрические сигналы от фотоприемников усиливаются, преобразуются в цифровую форму и численно обрабатывается в блоке обработки сигналов.



9.3.1 Оптический блок

Успех прибора зависит от его способности измерять столб озона с долгосрочной стабильностью в широком диапазоне воздушных масс и атмосферных условий.

Весь инструмент и все подсистемы были проанализированы в серии компьютерного моделирования. Первоначальная цель устройства с суммарной погрешностью более 3% для массы воздуха переведено в комплект очень строгих спецификаций. Несколько циклов процесса позволили нам найти набор спецификации, которые соответствовали начальным критериям и были реалистичными в то же время.

Ниже описаны некоторые из критических вопросов, рассмотренных вовремя процесс разработки:

• Для обеспечения долгосрочной стабильности оптический блок изготовлен из литой алюминиевой пластины.

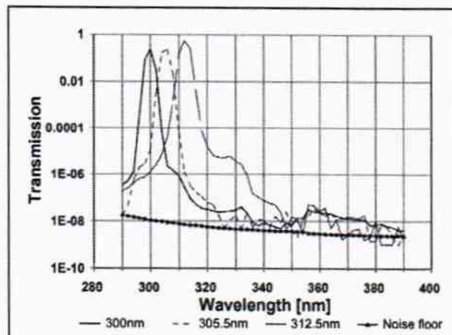


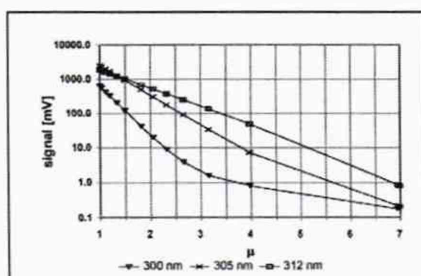
Рисунок 27 Спектральное пропускание УФ-фильтров, измеренное с использованием монохроматор с шириной щели 2,5 нм (обратите внимание на расширение полосы пропускания) для обнаружения рассеянного света.

- Механическое выравнивание оптических каналов лучше, чем $0,1^\circ$.
- Внутренние перегородки в каждом канале предотвращают попадание отражений на фотоприемники. Внутренние поверхности коллиматоров облицованы материалом с низким коэффициентом отражения.
- Оборудование для защиты от солнца изготовлено из алюминия и непосредственно прикреплено к блоку фильтра, чтобы избежать воздействия температуры на цель.

- Весь оптический блок подвешен в корпусе таким образом, чтобы механическое напряжение, приложенное к корпусу, не приводит к существенной деформации в оптическом блоке.
- Узел нацеливания на солнце выровнен лазером с точностью до $0,1^\circ$ от оптической оси блока.
- Температура оптического блока контролируется и регистрируется, чтобы обеспечить температурную компенсацию при необходимости.
- Встроенный твердотельный датчик давления обеспечивает текущее атмосферное давление, необходимое для Расчет рэлиевского рассеяния. Особое внимание было уделено оптическим фильтрам и фотоприемникам, особенно для ультрафиолетового излучения.

Таблица 2 Характеристики УФ-фильтров

	ФИЛЬТР 1	ФИЛЬТР 2	ФИЛЬТР 3
Центральная длина волны	300 нм $\pm 0.3\text{nm}$	305.5nm $\pm 0.3\text{nm}$	312.5nm $\pm 0.3\text{nm}$
FWHM	2,4 нм $\pm 0.4\text{nm}$	2.4nm $\pm 0.4\text{nm}$	2.4nm $\pm 0.4\text{nm}$
Угол падения	0	0	0
Максимум. внеполосная передача (относительно вершина горы)	$10^{-7} \lambda < 650\text{nm}$ $10^{-5} \lambda > 650\text{nm}$	$10^{-6} \lambda < 650\text{nm}$ $10^{-4} \lambda > 650\text{nm}$	$10^{-5} \lambda < 650\text{nm}$ $10^{-4} \lambda > 650\text{nm}$
Минимум пиковая передача	15%		
Температура коэффициент центральной длины волны	$< 0,005 \text{ nm} / ^\circ \text{C}$		
Влажный / сухой сдвиг	$< 0,1 \text{ nm}$		
Долгосрочная стабильность	$< 0,1 \text{ nm} / \text{год}$		



Температура рабочей среды:

темп: $-20 + 50^\circ \text{C}$;
гул: 0 ... 100%;

Самый критический и трудный для выполнения, было требование о высоком внеполосном отклонении. Компьютерное моделирование требовало утечки не более 10^{-7} ($\lambda < 650 \text{ nm}$) для фильтров 300 нм. Фильтры с меньшей длиной волны имеют более строгие требования к утечке, потому что внутри полосный сигнал слабее, чем на более высоких длинах волн. Типичные формы фильтров передачи показаны на рисунке 27 повторяемость центральной длины волны и FWHM в партии был в порядке $= 0.1 \text{ nm}$. Новая технология нанесения слоев и покрытий фильтра обеспечивает долгую жизнь и стабильность. GaP фотоприемники, используемые в MicroTOPSII, характеризуются относительно высокой чувствительностью в ультрафиолетовой области, низким уровнем шума и

низкой чувствительностью выше 500 нм. Эти характеристики позволили нам ослабить внеполосное отклонение выше 650 нм, что снижает стоимость производства фильтров. Фотодетекторы герметично упакованы для обеспечения длительного срока службы и стабильности.

9.3.2 Подготовка и обработка сигналов

Солнечная радиация на коротких длинах волн УФ быстро уменьшается с увеличением массы воздуха (рис. 28).

Наклон увеличивается с увеличением озонового слоя. Чтобы измерить столб озона MicroTOPSII измеряет каждую длину волны независимо, а затем вычисляет соотношение, в отличие от Инструмент Добсона, который выигрывает от дифференцированного подхода. Для точного выполнения MicroTOPSII должен уметь измерять очень слабые и очень сильные сигналы с адекватным отношением сигнал-шум и высокой линейностью. Для достижения этой цели был использован следующий подход:

- Входные каскады усиления были оптимизированы, чтобы иметь самый низкий уровень шума. Доминирующий шум Источником в наиболее чувствительных каналах является тепловой шум сопротивления обратной связи в усилителе. Ширина полосы всех усилителей сведена к минимуму и одинакова для всех каналов. С участием ширина полосы чуть менее 10 Гц макс. Среднеквадратичный шум усилителя составляет 5,8 мкВ.

- Используется высокопроизводительный сигма-дельта-аналого-цифровой преобразователь с встроенной цифровой фильтрацией. Высота коэффициента пере дискретизации этого преобразователя устраняет необходимость в фильтрах сглаживания высокого порядка на внешний интерфейс. Нелинейность преобразования составляет менее 0,0015% во всем входном диапазоне и Уровень шума аналого-цифрового преобразования составляет 5,3 мкВ среднеквадратичного значения с полной шкалой 2,5 В.

- Фильтр аналого-цифрового преобразователя запрограммирован на подавление помех частоты линии (выбирается пользователем).

- Каждый цикл измерения включает в себя несколько измерений всех каналов, которые обрабатываются численно для снижения уровня шума и повышения общей точности.

- Внимание было уделено правильному экранированию и оптимальной компоновке усилителей, и преобразованию блок.

В целом, динамический диапазон, достигнутый в приборе, составляет более 300 000 с превосходной линейностью, оставляя адекватные границы сигнал-шум даже для очень слабых сигналов.

Для обеспечения долгосрочной стабильности измерений сама электронная схема должна быть очень стабильной, как термически и долгосрочный. Коэффициент усиления усилителей определяется набором прецизионных резисторов с температурные коэффициенты ниже 0,005% / ° С. Смещение усилителя автоматически компенсируется каждый раз время, когда прибор включен. И смещение, и полная шкала аналого-цифрового преобразователя автоматически калибруются перед каждым сканированием. Калибровка по полной шкале основана на эталонном напряжении с высокими рабочими характеристиками с температурным коэффициентом ниже 0,001% / ° С и долговременной стабильностью порядка 0,005% / год.

Реальное время и дата для расчета солнечного зенитного угла обеспечиваются бортовыми часами. Точность, присущая маломощным кристаллическим часам, недостаточна для длительных периодов времени; поэтому часы зачистка Механизм реализован в программном обеспечении. Пользователь может ввести коррекцию часов в секундах / 30 днях, и программа будет периодически пропускать (или добавлять) несколько секунд, чтобы сохранить Точность часов с точностью до 5 секунд.

9.3.3 Нацеливание на Солнце

Опционально оснащенный крепежом для установки на штатив, MicroTOPSII разработан в основном для ручных операций. Была даже обеспокоенность по поводу точности наведения метра к солнцу Серия испытаний показала, что в руках хорошо обученного оператора прибор может

сместиться на 1° от солнечного центра. Наличие сильного ветра или холодной погоды может привести к дальнейшему ухудшению устойчивости руки оператора.

Для повышения точности нацеливания на солнце в MicroTOPSII был реализован алгоритм, который анализирует серию быстро повторяющихся измерений. Коэффициент силы сигнала рассчитывается на основе сигнал со всех 3-х УФ каналов. Только записи с наивысшим коэффициентом мощности сигнала усредняются и передаются для дальнейшей обработки. Это записи для лучшего позиционирования изображения солнца.

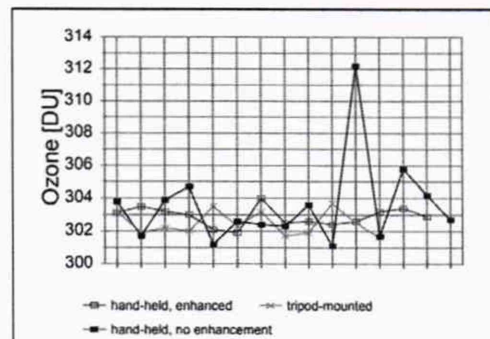
Общее количество образцов в скане, а также количество образцов в среднем может быть установлено с помощью пользователя.

На рисунке 29 представлены результаты трех последовательных серий измерений озона, выполненных в ясный день, с тем же инструментом. Каждая из серий измерений использует различное нацеливание на солнце: ручная с усилением наведения на основе серии из 32 быстрых измерений (время измерения около 10 секунд), ручная с простым усреднением измерений и третья серия был измерен с MicroTOPSII установленным на штатив.

Таблица 3 показывает стандартное отклонение каждая серия измерений, ручная с улучшением маркетинга, предлагая наиболее повторяемые результаты со стандартным отклонением 0,18%. Улучшение нацеливания дает результаты несколько лучше, чем на штативе, поскольку оно компенсирует ошибку прицеливания из-за ограниченное разрешение системы наведения инструмента.

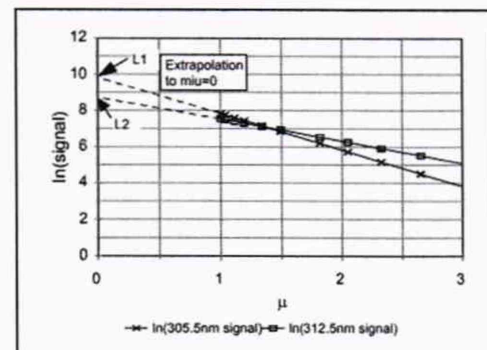
9.4 Калибровка и измерение озона

Калибровка прибора MicroTOPSII требует, чтобы интенсивность излучения измерялась на каждом анализируемый канал в предположении справедливости закона Ламберта-Бера, который применительно к поглощению озона и рэлеевскому рассеянию атмосферой дает простое уравнение:



I_0 - интенсивность света определенной длины волны, прежде чем он пройдет через атмосферу, I , интенсивность, остающаяся после всех процессов, произошло падающее излучение, O_m количество озона, α - коэффициент поглощения озона на этой конкретной длине волны, μ - отношение фактической и вертикальной длин пути прохождения излучения через озоновый слой, P давление атмосферы в мБ, P_0 - стандартное давление = 1013,25 мБ, а m - величина известная как воздушная масса, которая определяется как соотношение фактического и

вертикального пути длины излучения через всю атмосферу до детектора. При $m < 2$ μ и m практически идентичны. Другие процессы, включая молекулярное рассеяние (коэффициент рассеяния Рэлея, представленный β) атмосферой, и рассеяние частиц, вызванное дымкой (вода плюс атмосферный загрязнители с микронным размером частиц) включены, как показано в показателе степени, для полного представления атмосферного ослабления. Обычно игнорируют рассеяние частиц. Исследования показали, что даже самые плохие условия мутности не влияют на измерения озона более чем на несколько процентов и намного меньше в обычных условиях.



Солнечный зенитный угол Z (угол солнца с участием к зениту), который является основой для расчета μ и m рассчитывается на основе по координатам места измерения и универсального времени (UT). Алгоритм, реализованный в MicroTOPSII, был проверенный¹⁰ с точностью $\pm 0,03^\circ$ (макс. погрешность) для всего практического диапазона широт и долготы, за период 1996-2006 гг. Наблюдаемая ошибка происходит частично из-за упрощенных алгоритмов и частично из-за использования арифметики одинарной точности. Эта ошибка оказывает

незначительное влияние на расчеты озона. MicroTOPSII оснащен часами и календарем реального времени. Координаты местоположение вводится с клавиатуры, GPS ресивер или внешний

компьютер. Теоретическое выражение для значения озона, полученное для любой пары каналов (индексируется 1 и 2 в этом бумага) выглядит следующим образом:

$$\Omega(DU) = \frac{1000 \cdot \left[L_{12} - \ln\left(\frac{I_1}{I_2}\right) - \beta_{12} \cdot m \frac{P}{P_0} \right]}{\alpha_{12} \cdot \mu}$$

$\alpha_{12} = (\alpha_1 - \alpha_2)$, разница в коэффициентах озона для соответствующих каналов 1 и 2

$\beta_{12} = (\beta_1 - \beta_2)$, разность коэффициентов рассеяния воздуха для соответствующих каналов 1 и 2

$L_{12} = (L_1 - L_2) = I_n (I_0 1 / I_0 2)$, объединенная «внеземная постоянная» (рис. 30).

L_{12} соответствует измерению падающего излучения над земной атмосферой (без ослабления от любого процесса поглощения или рассеяния). Он получается путем экстраполяции графика (или проведения регрессионного анализа) зависимости $\ln(I_1 / I_2)$ от μ (график Лэнгли). Толщина колонна озона выражается в Добсоне единицы, которые соответствуют муллитам-см. Калибровка была основана на методе Лэнгли, который имеет долгую историю применения к Добсону instruments¹¹. Регрессионный анализ проводится с использованием наиболее линейной части графика Лэнгли ($\mu < 1.75$) для каждого канала, и данные соответствующим образом взвешены.

α и β для каждого канала были рассчитаны с использованием модели, разработанной в рамках проекта TERC12.

Экспоненциальное уравнение (1) при линеаризации дает выражение в виде:

$$\ln I = \ln I_0 - \alpha \mu \Omega - \mu \beta P / P_0$$

Для $m \sim \mu$ это дает значение для $\ln(I_0)$ и общее значение коэффициента для оставшихся, канал, когда подвергается регрессионному анализу. Затем эта константа должна быть разбита на термин для поглощения озона и термин для рассеяния Рэлея. TERC разработал простую модель который предполагал, что узкая полоса пропускания фильтра действует как фильтр одной длины волны. Это налагает дополнительное ограничение на коэффициенты, которые должны быть определены, потому что они оба должны соответствовать этой длине волны. Очень полезным является тот факт, что α и β изменяются по-разному в зависимости от длины волны. Для упрощения определения α и β , зависимости длин волн этих коэффициентов были рассчитаны по следующим двум уравнениям, полученным путем подгонки сечений озона, полученных Моленой и Молиной¹³ и Рэлея Коэффициенты Пендорф¹⁴

$$\alpha(\lambda) = (2.1349 \times 10^{19}) e^{(-0.14052 \lambda)}$$

$$\beta(\lambda) = (16.407 - 0.085284 \lambda + 0.00011522 \lambda^2)$$

где λ - длина волны в нм

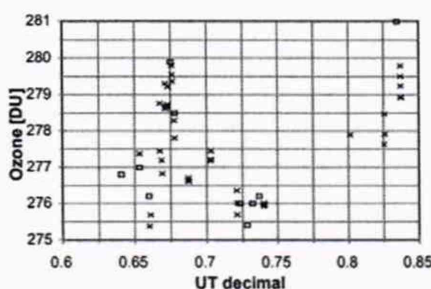
$$\Delta = -1 * ((2.1349 \times 10^{19}) e^{(-0.14052 \lambda)} * \Omega / 1000 + (16.407 - 0.085284 \lambda + 0.00011522 \lambda^2) P/P_0)$$

Коэффициент 1/1000, связанный с Ω , исходит из преобразования единиц между единицами Добсона и атм-см.

Эффективная длина волны λ_0 интерференционного фильтра каждого канала определяется путем нахождения длины волны, на которой наклон I_n измеренного сигнала (рисунок 30) соответствует теоретическому наклону Δ .

Столб озона для расчета Δ взят из соседнего независимого прибора, такого как Спектрофотометр Добсона. Как только λ_0 известно, что α и β для каждого канала можно рассчитать из (8) и (9).

Для фильтров, используемых в MicroTOPSII, эффективные длины волн составляют долю нанометра выше центральной длины волны фильтра.



9.5 Вывод водяного пара

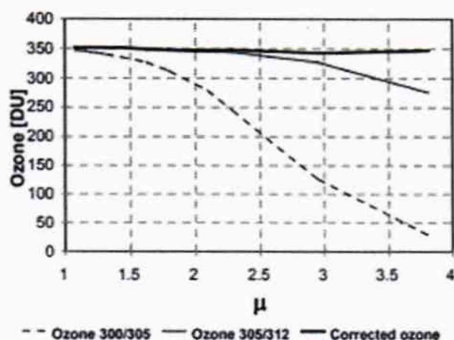
Пропускание водяного пара было изучено почти 15-Век. Метод калибровки, используемый для MicroTOPS был разработан Reagan et al. и далее проверено Михальским и др. Измерение водяного пара основано на паре радиометрических измерений в ИК-диапазоне. Фильтр 940 нм (10 нм FWHM)

расположен в сильной полосе поглощения водяного пара, в то время как 1020 нм на фильтр (10 нм FWHM) влияет только аэрозольное рассеяние. Для канала 940 нм (с индексом 1), расположенного в полосе поглощения водяного пара, закон Бугера-Ламберта-Бера принимает вид:

$$\frac{V_1}{V_{01}} = \exp(-\tau_{a1} m - k(um)^b)$$

где V_1 - наземное излучение на 940 нм, V_{01} - внеземное излучение, τ_{a1} - аэрозоль коэффициент рассеяния при 940 нм, u - толщина вертикального столба водяного пара, m масса воздуха, а k и b - это константы, численно полученные для фильтра. Для канала 1020 нм поглощение водяного пара незначительно, и уравнение принимает вид:

$$\frac{V_2}{V_{02}} = \exp(-\tau_{a2} m)$$



Модель переноса излучения была использована для расчета спектрального излучения около 940 нм для стандартной атмосферы США и различных воздушных масс. Впоследствии спектральные излучения от модели была умножена на фильтр 940 нм. Кривая передачи, дающая теоретический сигнал от детектора 940 нм. На основании (11) набора k и b параметры были найдены, что соответствует большинству наиболее тесно смоделированные результаты. V_{01} для прибора находится из экстраполяции к нулевой массе воздуха линеаризованного:

$$\ln(V_1) + \tau_a m = \ln(V_{01}) - k(um)^b$$

k и b уже известны, поэтому $\ln(V_{01})$ является перехватом от линейной регрессии против m , для расчета водяного пара необходим коэффициент рассеяния аэрозоля τ_{a1} при 940 нм. В MicroTOPS II коэффициент рассеяния аэрозоля τ_{a2} при 1020 нм сначала измеряется на основе V_{02} получается из экстраполяции графика Лэнгли на Солнечный день. Из модели переноса излучения для стандарта найдена связь между τ_{a1} и τ_{a2} . атмосфера и из-за непосредственной близости двух полос предполагается постоянным для других условий. Для фильтров, используемых в MicroTOPSII, соотношение:

$$\tau_{a1} = 1.16 \tau_{a2}$$

$$u = \left(\frac{\tau_{a2} m (1 - 1.16) - \ln\left(\frac{V_1 V_{02}}{V_2 V_{01}}\right)}{k m^b} \right)^{1/b}$$

9.6 Выводы

MicroTOPSII - это недорогой ручной инструмент, позволяющий быстро и точно улавливать озоновый столб и измерения водяного пара. Испытания показывают, что прибор дает воспроизводимые результаты при различных погодных и климатических условиях.

На рисунке 31 показаны результаты сравнения спектрофотометра Добсона и прибора MicroTOPSII, выполненный в Боулдере, штат Колорадо, во время демонстрации прибора Добсона (NOAA Лаборатория климатического мониторинга и диагностики). Прибор MicroTOPSII был ранее откалиброванный в Мауна-Лоа, Гавайи, в существенно различных климатических условиях. Проводятся сравнения с другими инструментами, и ранние данные указывают на хорошее согласие.

Типичное соглашение между несколькими приборами MicroTOPSII находится в пределах 1-2%. Повторяемость последовательных измерений озона лучше, чем 0,5% (таблица 3). Измерения через разбитые облака или в очень туманных условиях показывают изменчивость 1-2%. Подобно другим спектрофотометрам, MicroTOPSII демонстрирует некоторую зависимость от массы воздуха. Этому способствовали утечки внеполосного излучения, рассеивание диффузного УФ-излучения в поле зрения прибора и влияние конечной ширины полосы самого фильтра. Рисунок 32 показывает серию измерений, выполненных в солнечный день в Филадельфии, штат Пенсильвания, в

широком диапазоне значений μ . Озон расчеты, основанные на одной паре, например, 300/305 нм или 305/312 нм, показывают эффект зависимости от массы воздуха. С поправкой на зависимость массы от воздуха измерения могут быть выполнены до массы воздуха 3,8. Качество калибровки сильно зависит от погодных условий при использовании метода Лэнгли, ограничение, где и когда калибровка может быть выполнена. Рекомендуется проводить калибровку на основе спектрорадиометрических измерений отдельных фильтров предлагается 5,6, но для проверки его применимости необходимы дополнительные экспериментальные данные.

9.7 Ссылки:

1. Г.П. Гаушин и соавт. Прибор для измерения общего озона, используемый на сети станций СССР, в Атмосферный озон, под редакцией C.S. Zeferos и A. Ghazi, Reidel, Dordrecht (1985)
2. А. Смайкевич, долговечность фильтра, влияние температуры, влажности, радиации и времени, Bart Associates Inc., частное сообщение
3. Форрест М. Мимс III. Как измерить научный зонд для озонового слоя 2, 4, 45-51, ноябрь 1992.
4. Форрест М. Мимс III и Э. Р. Мимс. Колебания озонного столба во время полного солнечного Затмение от 11 июля 1991 года, Geophysical Research Letters, 20, 5, 367-370, 1993.
5. Г.Дж. Labow et al. Оценка озона с помощью приборов TOPS - практическая работа и сравнение, в прессе
6. Лоуренс Э. Флинн, Оценка озона с помощью инструментов TOPS Теоретическая модель и ошибка Анализ, в прессе
7. Башер и Р.В.Л. Томас, Прикладная оптика, 18, 3361-62 (1979).
8. Д. Комыр, Р.Д. Грасс и Р.К. Леонард Дж. Геофиз. Res., 94, 9847-61 (1989).
9. Д. Комыр, Руководство по эксплуатации - наблюдения за озоном с помощью спектрометра Добсона, ВМО, Июнь 1980 г.
10. Дж. Миус, Астрономические алгоритмы, 1-е изд. Виллманн-Белл, 1991
11. Г.М.Б. Добсон и К.В.Б. Норманд, Энн. Int. Geophys. Год., 5, 161-191 (1962)
12. С. Баннаш, Г. Унгер и П. Вагонер, «Предварительная калибровка спектрометров общего озона TERC», TERC, частное сообщение
13. Л.Т. Molina and M.J. Molina, J. Geophys. Res., 91, 14501-508 (1986).
14. R. Penndorf, J. Opt. Soc. Amer., 47, 176-82 (1957).
15. Ф.Э. Фаул, Спектроскопическое определение водяного пара, Астрофиз. J., 35, 149-162, 1912
16. Дж. Рейган, К. Том, Б. Херман, Р. Галл, Измерения водяного пара в полосе поглощения 0,94 микрона: калибровка, измерения и применение данных, Труды, Международный симпозиум по геонаукам и дистанционному зондированию, Энн-Харбор, 1987
17. J.J. Михальский, J.C. Liljegren, L.C. Харрисон Сравнение производных солнечного фотометра всего водяные пары колонки и озон по стандартным меркам на южных Великих равнинах Место измерения радиационной обстановки, JGR, Vol 100, No. D12, pp.25995-26003, 1995
18. М. Дегорска, Б. Раевска-Вих, зависящие от массы воздуха ошибки измерения общего озона, публикации Института геофизики, Польская академия наук, D-40, 263, (1993)