

Б.А. Иванов, В.Б. Осис

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОВЕРКИ АКТИНОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

Приводится описание разработанной и изготовленной установки для поверки актинометрических приборов ПО-2. Дана оценка ее метрологических характеристик.

Для проведения поверки используемых на сети гидрометеорологической службы Украины актинометрических приборов (актинометров, пиранометров и балансомеров) разработана и изготовлена установка поверки актинометрических приборов ПО-2. Применение разработанной установки дает возможность повысить достоверность актинометрических измерений для сети гидрометслужбы. Разработанное программное обеспечение дает возможность автоматизировать процесс измерений и поверки актинометрических приборов АП.

Установка для поверки актинометрических приборов ПО-2 предназначена для определения переводного множителя актинометров, пиранометров и балансомеров, а также для определения поправочных множителей к показаниям пиранометров при разных высотах солнца.

Принцип работы

Устройство и принцип работы рассмотрим по структурной схеме, представленной на рисунке.

На станине установки закреплены осветитель и предметный столик. Рабочий эталон и поверяемые средства измерительной техники устанавливаются на предметном столике при помощи специальных кронштейнов. Вольтметр обеспечивает измерение напряжения, выдаваемого АП, и подготовку его к вводу в ПК. Блок питания обеспечивает питание лампы осветителя.

Поверка АП заключается в сличении показаний рабочих эталонов и поверяемых приборов при радиации, создаваемой осветителем. Рабочие эталоны и поверяемые приборы закрепляются на предметном столике и поочередно устанавливаются в потоке радиации на одно и то же место.

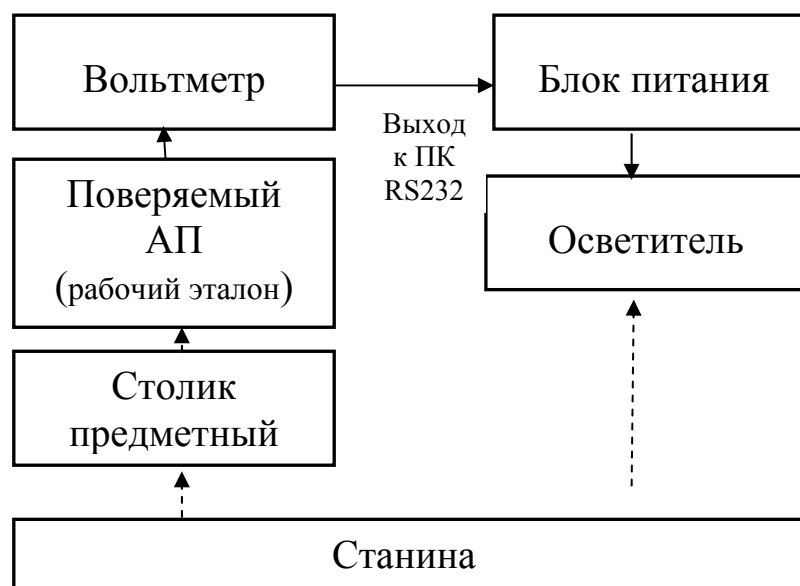


Рисунок. Структурная схема установки поверочной

Основные технические характеристики ПО-2 приведены ниже:

- диапазон регулирования энергетической освещенности потока радиации, $\text{кВт/м}^2 - 0 \div 0,3$;
- погрешность передачи единицы энергетической освещенности не больше, %:
 - а) при использовании рабочего эталона актинометра – 4;
 - б) при использовании рабочего эталона пиранометра – 11;
- угол поворота поворотных механизмов, град. – 360;
- погрешность установки угла поворотных механизмов не больше, град. – 1.

Экспериментальные исследования

При проведении экспериментальных исследований ПО-2 определялись следующие характеристики:

- диапазон регулирования энергетической освещенности потока радиации;
- погрешность передачи единицы энергетической освещенности при использовании рабочих эталонов актинометра и пиранометра;
- погрешность установки угла поворотных механизмов.

Определение диапазона регулирования энергетической освещенности потока радиации проводится по следующей методике.

Актинометр МЗ устанавливается на предметном столике. Увеличивая выходное напряжение блока питания осветителя от 0 до 12 В,

снимаются показания вольтметра (отсчет показаний производится не менее 3-х раз).

Рассчитывается среднее значение энергетической освещенности в пучке по формуле:

$$U = \frac{\sum U_i}{K \cdot n}, \quad (1)$$

где $\sum U_i = U_1 + U_2 + U_3$ – отсчет показаний вольтметра; $n = 3$ – число отсчетов; K – переводной множитель актинометра ($K = 10,178$ мкВ м² / Вт).

В результате проведенных исследований получено максимальное значение энергетической освещенности в пучке 0,32 кВт/м², которое плавно регулируется от 0 до максимального значения.

Определение погрешности передачи единицы энергетической освещенности проводится по следующей методике. Актинометр М-3 устанавливается на одном из поворотных механизмов предметного столика. Напряжение на выходе блока питания осветителя устанавливается в пределах 10-12 В. Снимаются показания вольтметра, после чего актинометр устанавливается на другой поворотный механизм и снимаются показания вольтметра. Перестановка осуществляется не менее 20 раз.

Эти же операции повторяются при установке на поворотный механизм вместо актинометра М-3 пиранометра М-115. Производится расчет относительной погрешности передачи единицы энергетической освещенности.

Определяется относительное среднее квадратичное отклонение результатов измерений по формуле:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\bar{U} - U_i)^2}{n \cdot (n-1)}} : \bar{U} \cdot 100, \quad (2)$$

где \bar{U} – среднее арифметическое из 20 отсчетов показаний вольтметра; U_i – отсчет показаний вольтметра при i -том измерении; n – число отсчетов ($n = 20$).

Доверительные границы случайной погрешности результата измерений определяются по формуле:

$$\varepsilon = t \cdot S, \quad (3)$$

где t – коэффициент Стьюдента при $P = 0,95$ ($t = 2,09$).

Границы относительной погрешности передачи единицы энергетической освещенности рассчитаны по формуле:

$$\delta = \pm \sqrt{\varepsilon^3 + \frac{1}{3} \cdot (\delta_B^3 + \delta_C^3)}, \quad (4)$$

где δ_B – границы погрешности вольтметра ($\delta_B = 0,4$); δ_C – границы погрешности рабочего эталона.

В результате проведенных исследований получены значения погрешности передачи единицы энергетической освещенности:

- при использовании рабочего эталона актинометра М-3 – 2%;
- при использовании рабочего эталона пиранометра М-115 – 3%.

Определение погрешности установки угла поворотных механизмов проводится по следующей методике.

Лимб поворотного механизма устанавливается в положение, при котором нулевой штрих лимба совпадает с нулевым штрихом шкалы нониуса. На рабочую поверхность приспособления-столика устанавливается мера плоского угла и совмещается геометрическая ось меры с осью вращения приспособления-столика.

Проводят ось автоколлиматора перпендикулярно первой грани с помощью уровня, закрепляют меру плоского угла с помощью винта.

Снимают отсчеты X_i по лимбу поворотного механизма и автоколлиматору.

Среднее арифметическое значение результатов измерений определяют по формуле:

$$\overline{X}_i = \frac{\sum X_i}{n}, \quad (5)$$

где X_i – отсчеты по шкале автоколлиматора; n – количество измерений ($n = 3$).

Далее вращают лимб против часовой стрелки на угловой шаг меры и снимают отсчеты по лимбу и автоколлиматору. Аналогично проводят измерения по каждой грани меры плоского угла и производят расчет погрешностей.

Определяют разность отсчетов по автоколлиматору по формуле:

$$\alpha_i = \overline{X}_i - X_0, \quad (6)$$

где X_0 – отсчет по автоколлиматору для номинального значения угла меры, равного угловому шагу меры.

Измеренное значение угла γ_i определяют по формуле:

$$\gamma_i = \gamma_{\text{дейст.}} \pm \alpha_i, \quad (7)$$

где $\gamma_{\text{дейст.}}$ – действительное значение меры плоского угла.

Абсолютную погрешность лимба при измерении углов определяют по формуле:

$$\Delta = \gamma_i - \beta_{\text{ном.}}, \quad (8)$$

где $\beta_{\text{ном.}}$ – номинальное значение меры плоского угла.

В результате проведенных исследований получена абсолютная погрешность установки угла поворотных механизмов, равная 5 минут.

Установка для поверки актинометрических приборов ПО-2 прошла Государственную метрологическую аттестацию в Украинском центре метрологии (Укрметртестстандарт) и получила Свидетельство об аттестации № 37-531.04 от 06.09.2004 г.

Выводы

Разработана и изготовлена установка для поверки актинометрических приборов ПО-2, которая позволяет автоматизировать процесс проведения поверки.

Проведены экспериментальные исследования и дана оценка метрологических характеристик установки.

Значение энергетической освещенности в пучке – 0,32 кВт/м², погрешность передачи единицы энергетической освещенности – 2-3%, абсолютная погрешность установки угла поворотных механизмов – 5 минут.

* *

Наведено опис розробленої та виготовленої установки для перевірки актинометричних приладів ПО-2, оцінено її метрологічні характеристики.

*Украинский научно-исследовательский
гидрометеорологический институт, Киев*