

СПЕКТРАЛЬНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ КАЛИБРОВКИ СПЕКТРОРАДИОМЕТРА ФСР

Научно-исследовательское учреждение «Институт прикладных физических проблем имени А.Н. Севченко» Белорусского государственного университета.
Минск, Республика Беларусь. remsens@mail.ru

В работе описана методика калибровки спектрорадиометра ФСР, рассмотрена температурная зависимость параметров прибора, в также предложен метод температурной коррекции.

В рамках программы «Мониторинг-СГ» в НИИПФП им. А.Н. Севченко БГУ был разработан фотоспектроадиометр (ФСР). Для регистрации спектра в приборе используется ПЗС-линейка Toshiba TCD1304DG. Как известно, такие детекторы имеют зависимость чувствительности от длины волны. Для проведения абсолютных спектральных измерений эта зависимость должна быть точно известной. Поэтому нахождение этой зависимости является основной задачей спектрально-энергетической калибровки.

Калибровка производится при использовании диффузного излучателя ДИ-12 аттестованного метрологического комплекса «Камея» [1]. Прибор помещается перед входным зрачком сферы. Производится запись спектров диффузного излучателя при разных временах накопления заряда и различном количестве ламп. Зависимость выходного сигнала от экспозиции (рисунок 1) с высокой точностью описывается линейным законом.

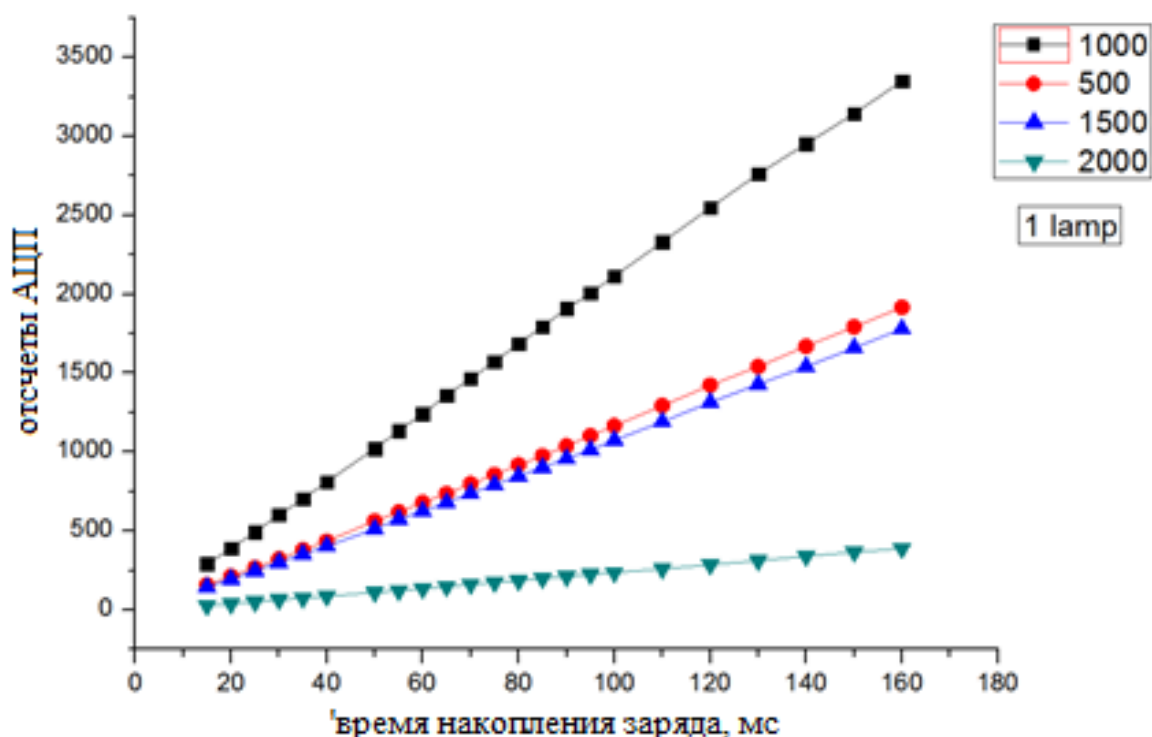


Рисунок 1 – График зависимости выходного сигнала прибора от времени накопления заряда для различных каналов ПЗС-линейки

Для спектральных измерений немаловажным является информация о соответствии каждого пикселя ПЗС-линейки определенной длине волны. Для этого производится калибровка прибора по длинам волн.

Для каждого канала можно построить зависимость, которая будет формулой для пересчета выходного сигнала (отсчетов АЦП) в абсолютную величину спектральной яркости:

$$B_{\lambda} = K_{\lambda} \frac{X}{exp} + C_{\lambda} \quad (1)$$

где B_{λ} – спектральная плотность энергетической яркости; K_{λ} – калибровочный коэффициент; X – выходной сигнал (отсчеты АЦП); exp – время накопления сигнала; C_{λ} – калибровочная константа, соответствующая минимальной величине регистрируемой яркости.

Была исследована зависимость сигнала от температуры, при которой происходят измерения, в том числе было выяснено, что параметры прибора подвержены влиянию температуры. Наглядно этот процесс можно проследить на рисунке 2, где показаны зависимости выходного сигнала для каналов № 500, 1000, 1750 от температуры. Можно сделать вывод, что коэффициенты K_{λ} и C_{λ} будут зависеть от температуры.

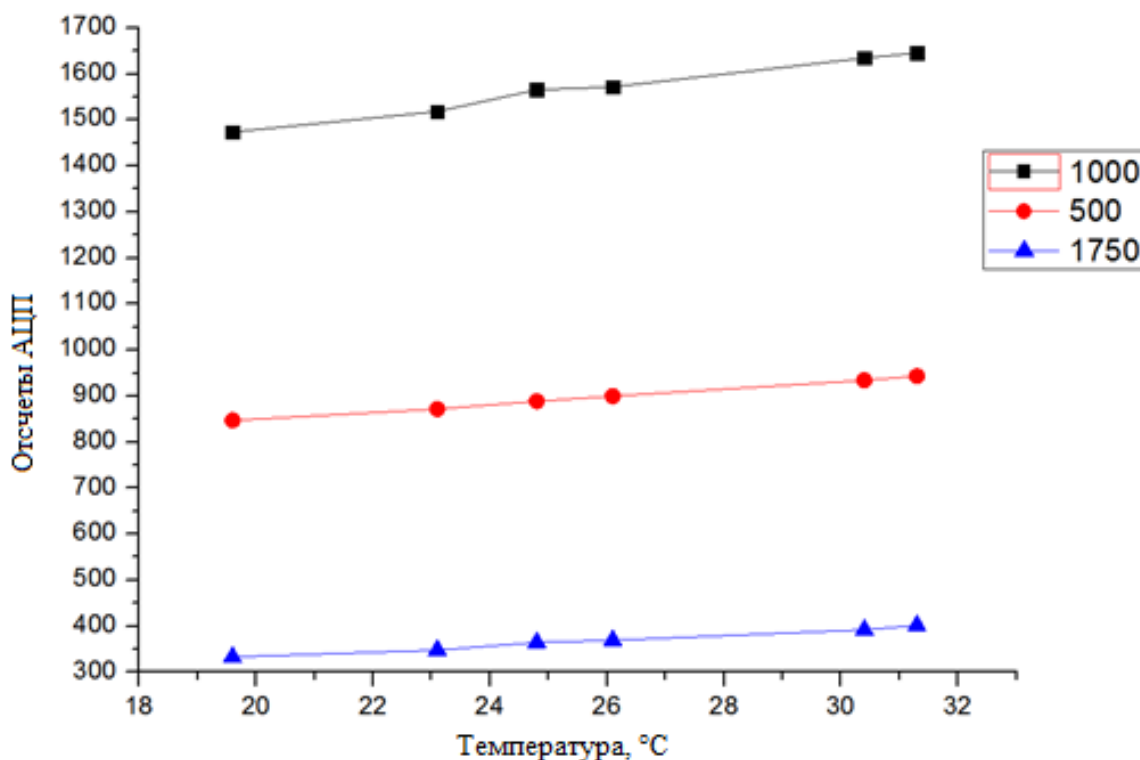


Рисунок 2 – График зависимости величины АЦП от температуры, в различных каналах (500, 1000, 1750).

Также были проведены измерения спектра ртутно-гелиевой лампы при различных температурах для исследования возможной зависимости калибровки по длинам волн от температуры.

Из рисунка 3 видно, что при нагревании не происходит изменения калибровки по длинам волн, однако аппаратная функция прибора изменяется.

Для коррекции ошибок, связанных с температурными изменениями параметров прибора, был предложен следующий метод. Производятся калибровки прибора при некотором наборе температур, вычисляются коэффициенты K_{λ} и C_{λ} для каждой из них. Линейно аппроксимировав эти значения, можно получить коэффициенты пересчета значений выходного сигнала (отсчетов АЦП) в значения спектральной плотности энергетической яркости для любых температур. Программная коррекция позволит повысить точность приборов для широкого диапазона температур.

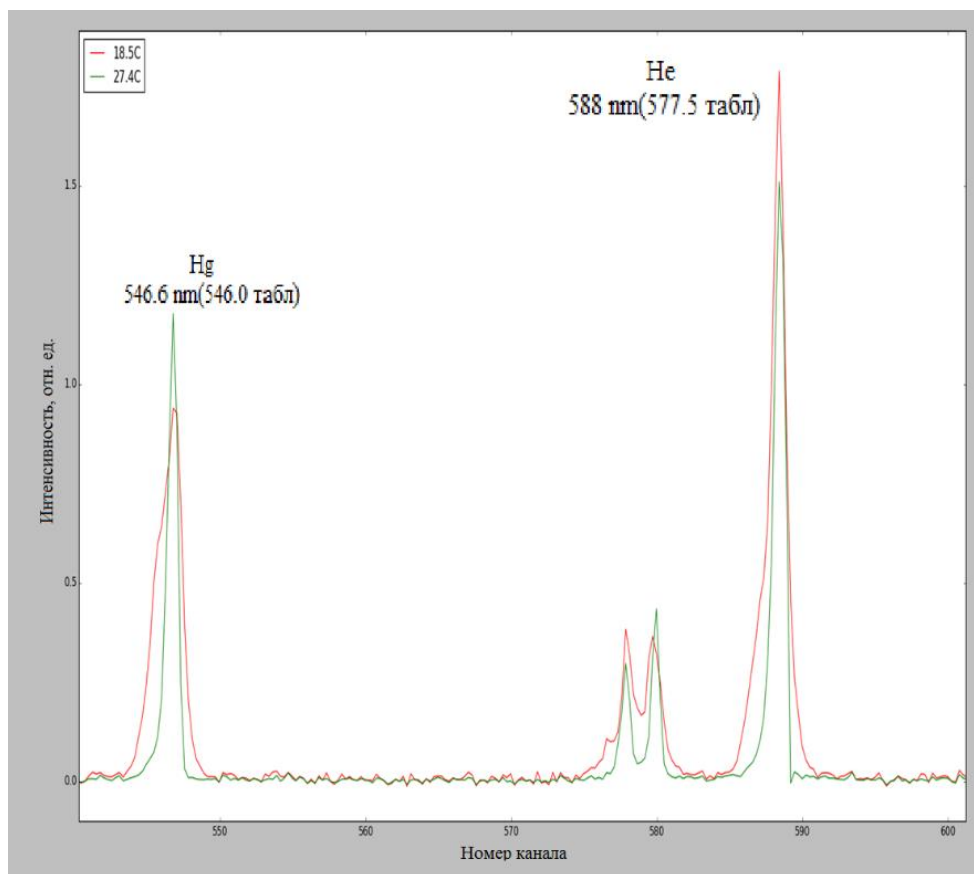


Рисунок 3 – Спектры ртутно-гелиевой лампы при различных температурах (18,5 и 27,4 °С)

Список литературы

1. Цикман И.М., Беляев Ю.В., Попков А.П., Какшинский Ф.А. Энергетическая калибровка оптических съемочных систем дистанционного зондирования// Метрология и приборостроение.—2012. — № 3. — С. 13-20.