

## УСТАНОВКА ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ В ИНФРАКРАСНОМ ДИАПАЗОНЕ

**А.А. Попов**

Алтайский государственный университет  
г. Барнаул

В статье рассматривается модель установки для мониторинга и оценки коэффициента отражающей поверхности в инфракрасном диапазоне. Данная установка может помочь в решении многочисленных хозяйственных и научных задач мониторинга природной среды.

Ключевые слова: инфракрасное излучение, дистанционное зондирование, мониторинг.

Инфракрасное излучение – электромагнитное излучение, занимающее спектральную область между красным концом видимого света и микроволновым радиоизлучением. Инфракрасный диапазон спектра признан специалистами одним из наиболее важных для геологии, лесного хозяйства, водных ресурсов, агротехники, поскольку почва, растительность, вода, атмосфера и другие объекты на поверхности Земли и над ней обладают своеобразными оптическими свойствами в инфракрасной области спектра. [1]

Дальнейшее развитие и возрастающая интенсификация отраслей народного хозяйства обуславливают применение самых прогрессивных методов исследований, в том числе широкое использование данных дистанционного зондирования и получение на их основе комплексных данных о природных ресурсах и экологической обстановке.

Разрабатываемое устройство предназначено для мониторинга и оценки коэффициента спектральной яркости отражающей поверхности в инфракрасном диапазоне. Устройство должно использоваться для исследований химического состава, термического режима подстилающей поверхности и падающего теплового излучения с последующим проведением пространственного анализа и оценки образования рисков деградации территории, так же в детальном изучении закономерностей поведения излучательных и отражательных характеристик подстилающей поверхности, находящихся при разных степенях деградации, анализа многоспектральных и гиперспектральных изображений.

Изучение спектральной отражательной способности объектов земной поверхности и

геосистем различных таксономических рангов представляет собой одну из задач дистанционного зондирования.

Спектральная яркость – яркость объектов в разных зонах спектра электромагнитных волн видимого, ближнего и среднего инфракрасных диапазонов.

Получение данных в дистанционном зондировании основывается на регистрации яркости объектов, которая в разных спектральных зонах неодинакова. Для определения коэффициентов спектральной яркости используют как абсолютные значения яркости, так и относительные, получаемые на основе сравнения яркости объекта и эталона. Часто значения коэффициентов спектральной яркости для различных длин волн представляют в форме графика — кривой спектральной яркости. В дистанционном зондировании различают кривые спектральной яркости объектов, которые получают по результатам специальных спектрометрических измерений и так называемые кривые спектрального образа, определяемые обычно по многозональным и гиперспектральным снимкам [2].

В основе устройства лежит пироэлектрический датчик, предназначенный для преобразования длинноволнового инфракрасного излучения в электрический сигнал. Его устройство представлено на рисунке 1, а электрическая схема – на рисунке 2. Эти датчики имеют угол обзора  $\pm 45$  градусов и изначально откалиброваны на заводе. Пироэлектрические датчики оформлены в цилиндрическом или прямоугольном металлическом корпусе с тремя или четырьмя медными лужеными проволочными выводами. На плоском торце корпуса, противоположном стороне выводов, расположено прямоугольное или

круглое окошко, закрытое стеклянным или кварцевым фильтром, пропускающим преимущественно инфракрасные лучи в диапазоне от 3 до 20 мкм.

Пироэлектрический эффект обусловлен как самими физическими свойствами пироэлектрика (кристалла), так и конструкцией датчика, в которой чередуются несколько слоёв специальной керамики, созданной на основе селенида свинца [3].

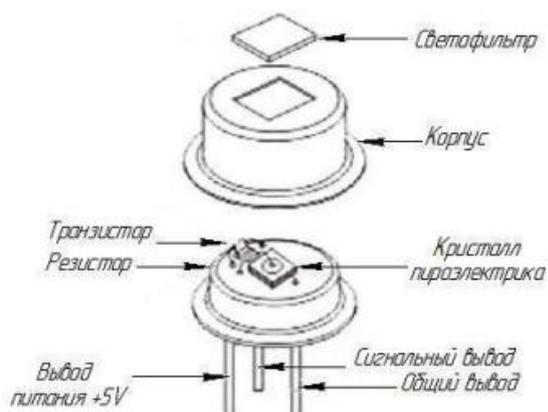


Рисунок 1 – Устройство пироэлектрического датчика: 1 – светофильтр; 2 – корпус; 3 – транзистор; 4 – резистор; 5 – кристалл пироэлектрика; 6 – вывод питания +5V; 7 – общий вывод; 8 – сигнальный вывод

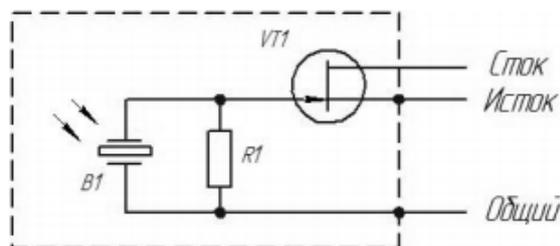


Рисунок 2 – Типовая схема пироэлектрического датчика

Чувствительным элементом  $B1$  служит своеобразный конденсатор – пластина из пироэлектрика с металлическими обкладками. На одну из обкладок нанесен слой вещества, способного поглощать электромагнитное (тепловое) излучение. В результате поглощения энергии температура пластины конденсатора увеличивается и между обкладками появляется напряжение строго определенной полярности. Будучи приложенным к участку затвор-исток встроенного полевого транзистора  $VT1$ , оно вызывает изменение сопротивления его канала. Выходной сигнал снимают с внешнего нагрузочного резистора, включен-

ного в цепь стока транзистора. Через некоторое время, независимо от того продолжает действовать на датчик тепловое излучение или нет, конденсатор разрядится через сопротивление утечки  $R1$  – выходной сигнал спадает до нуля. Зачастую датчики снабжают несколькими чувствительными элементами, соединенными последовательно с чередующейся полярностью. Этим обеспечивают нечувствительность прибора к равномерному фоновому облучению и получение знакопеременного выходного напряжения при перемещении сфокусированного изображения объекта по чувствительной поверхности датчика.

Спектральная чувствительность датчика формируется за счет поглощающей способности материала, которым покрыты пластины пироэлектрика. [3]

Широкий спектральный диапазон работы пироэлектрических датчиков может быть ограничен различными фильтрами. Например стандартные фильтры нанесенные на входные окна пироэлектрических датчиков позволяют использовать данные детекторы для применения в инфракрасном газовом анализе при регистрации следующих газов –  $HC$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $SF_6$  и других менее распространенных газов. [4]

Общая структурная схема устройства изображена на рисунке 3. Устройство состоит из двух пироэлектрических ИК датчиков для измерения падающего теплового излучения и теплового излучения подстилающей поверхности. Так как ИК датчики пироэлектрические, то они требуют модуляции сигнала; для этого установлен модулятор. Чтобы ограничить широкий спектральный диапазон, используется блок сменных фильтров с шаговым моторчиком. С помощью оптопар происходит синхронизация частоты модулятора и блока сменных фильтров. Модулятор и фильтры имеют собственное тепловое излучение, которое так же нужно учитывать при снятии показаний, поэтому установлен датчик температуры между ними. Для измерения отраженного теплового излучения используются еще два дополнительных датчика, а именно контактный датчик температуры поверхности и ИК термодатчик, который служит для измерения температуры поверхности и отраженного теплового излучения. Данные, получаемые с датчиков, поступают в микроконтроллер для обработки и последующей записи на microSD для дальнейшего анализа на компьютере. Так же, чтобы вести хронологию снятия показаний, установлены часы реального времени

## УСТАНОВКА ДЛЯ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКИ КОЭФФИЦИЕНТА ОТРАЖАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ В ИНФРАКРАСНОМ ДИАПАЗОНЕ

с отдельным питанием. На рисунке 4 показана общая схема проведения измерений.

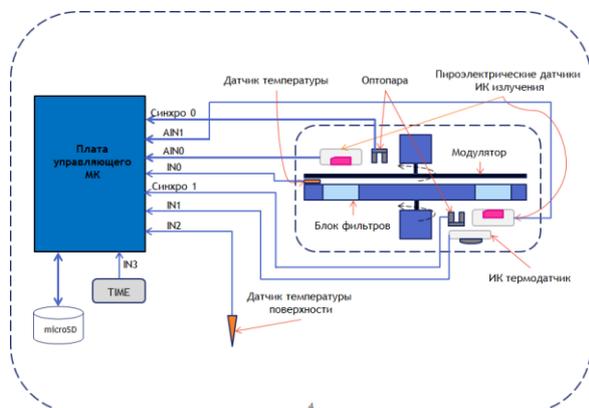


Рисунок 3 – Общая структурная схема макета устройства

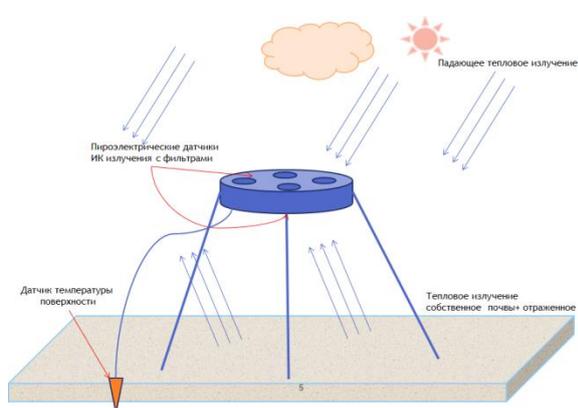


Рисунок 4 – Общая схема проведения измерений

Получаемая информация может использоваться для решения многочисленных хозяйственных и научных задач мониторинга природной среды. На этой основе достигается ощутимое повышение эффективности производственной деятельности в таких областях, как землеустройство и землепользование, контроль источников загрязнения окружающей среды и наблюдение за экологической обстановкой в целом, мелиорация и лесное хозяйство.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ортенберг Ф.С. Методы инфракрасного зондирования земли из космоса. – М.: Знание, 1987. – 64 с.
2. Фонд знаний «Ломоносов» [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.lomonosov-fund.ru/>. – Загл. с экрана.
3. Сайт фирмы "Электрик" (Россия) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.bezkz.su/>. – Загл. с экрана.
4. Азимут фотоники. [Электронный ресурс] Режим доступа: <http://www.azimp.ru/>. – Загл. с экрана.

**Попов Андрей Андреевич** – студент 2 курса магистратуры каф. ВТиЭ, тел: 8-929-376-75-06, e-mail: [andre1993.25@mail.ru](mailto:andre1993.25@mail.ru).