

# ФОТОПОЛЯРИМЕТРИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ И ЯВЛЕНИЙ

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники  
г. Минск, Республика Беларусь

Малько Е. О., Какшинский Ф. А.

Гаврилович А. Б. – канд. физ.-мат. наук, доцент,  
Мацкевич И. Ю. – ст. преподаватель

Повышение информативности оптико-электронных приборов является одним из важнейших направлений развития оптоэлектронных комплексов для проведения различных фотометрических исследований. Для решения данной проблемы, предлагается новая высокоинформативная система, которая базируется на анализе поляризации зарегистрированного светового излучения.

Изучение закономерностей формирования поляризации света от природных объектов позволяет не только объяснить многие природные явления, но и получить ценные сведения, касающиеся структуры вещества, вести количественный и качественный контроль довольно сложных органических и неорганических соединений, проводить диагностику окружающей среды [1]. Для фотополариметрического комплекса выбрана одноканальная оптическая система регистрации с использованием многоэлементной фотоприемной матрицы в качестве преемника излучения с возможностью приема импульсных и стационарных оптических сигналов.

Эскиз фотополариметрического комплекса приведен на рисунке 1.

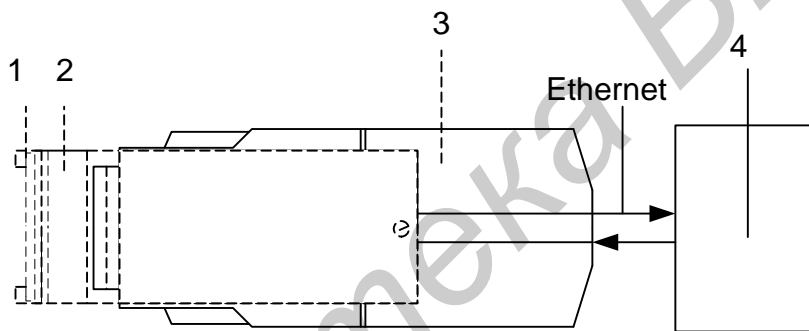


Рисунок 1 – Эскиз фотополариметрического комплекса: 1 – светофильтр, 2 – поляризационный блок, 3 – фотокамера Avigelon, 4 – компьютер.

Система фотополариметра может применяться как при стационарном использовании в автоматизированных системах контроля качества изделий, в комплексах по анализу окружающей среды, научно-исследовательской аппаратуре, так и при дистанционном зондировании земли с борта самолета или из космоса. В данной работе рассматривается фотополариметрический комплекс, спроектированный на базе камеры Avigelon.

Светофильтр 1 предназначен для выделения требуемого спектрального интервала. Оптическая модуляция амплитуды сигналов в каждом элементе изображения, осуществляется с помощью модулятора, входящего в поляризационный блок 2, действие которого основанного на использовании эффекта вращения плоскости поляризации. Применение оптически активных элементов в отличие от известных инерционных позволяет обеспечивать регистрацию импульсных сигналов в экспериментах с лазерными источниками. Для анализа состояния поляризации используется анализатор с фазовой пластинкой, входящий в поляризационный блок 2. Полученное изображение регистрируется на фотокамеру 3 [2]. Вывод и цифровая обработка полученного изображения производится на компьютере 4 по каналу передачи данных Ethernet. Для анализа работы фотополариметра использован язык технических вычислений MatLab. Моделирование работы устройства основывается на следующих расчетах:

Представим частично поляризованный свет, поступающий на вход системы, состоящим из полностью поляризованной  $I^a$  и полностью неполяризованной  $I^b$  компонент. Азимут плоскости поляризации на входе системы может принимать произвольную величину в диапазоне  $\chi \in [0, \pi]$ . При моделировании предполагается известными главные коэффициенты пропускания  $T_1 \neq 1$  и  $T_2 \neq 0$  анализатора для заданного спектрального интервала. Максимальное значение интенсивности света на выходе анализатора выражается в виде:

$$I_{max} = I_0^a \cdot T_1 + \frac{1}{2} I_0^b \cdot T_1 + \frac{1}{2} I_0^b \cdot T_2, \quad (1)$$

где  $I_0^a$  и  $I_0^b$  интенсивности поляризованной и неполяризованной компоненты на входе системы соответственно. Минимальное значение интенсивности  $I_{min}$  на выходе анализатора имеет место, когда плоскости поляризации светового пучка и анализатора перпендикулярны:

$$I_{min} = I_0^a \cdot T_2 + \frac{1}{2} I_0^b \cdot T_1 + \frac{1}{2} I_0^b \cdot T_2 \quad (2)$$

Решив систему уравнений (1), (2) получим выражения искомых величин интенсивности света  $I_0^a$  и  $I_0^b$  на входе системы при учете неидеальности анализатора ( $T_1 \neq 1, T_2 \neq 0$ ):

$$I_0^a = \frac{I_{max} - I_{min}}{T_1 - T_2},$$

$$I_0^b = \frac{I_{max} + I_{min}}{T_1 + T_2} - \frac{I_{max} - I_{min}}{T_1 - T_2}$$

Полная интенсивности света  $I_0$  частично поляризованного света приведенной ко входу системы регистрации:

$$I_0 = I_0^a + I_0^b = \frac{I_{max} + I_{min}}{T_1 + T_2},$$

Полученный результат относится к каждому элементу ( $i, j$ ) фотоприемной матрицы ( $i$ -номер строки,  $j$ - номер столбца).

В случае приема неполяризованного естественного света в формулах (1) и (2) будет отсутствовать первое слагаемое, поскольку поляризованная компонента на входе  $I_0^a = 0$ :

$$I_{вых} = \frac{1}{2} I_0^b (T_1 + T_2)$$

Тогда коэффициент пропускания

$$T_{вых} = \frac{I_{вых}}{I_0^b} = \frac{1}{2} (T_1 + T_2)$$

В ходе моделирования поляризации были получено изображение, представленные на рисунке 2.

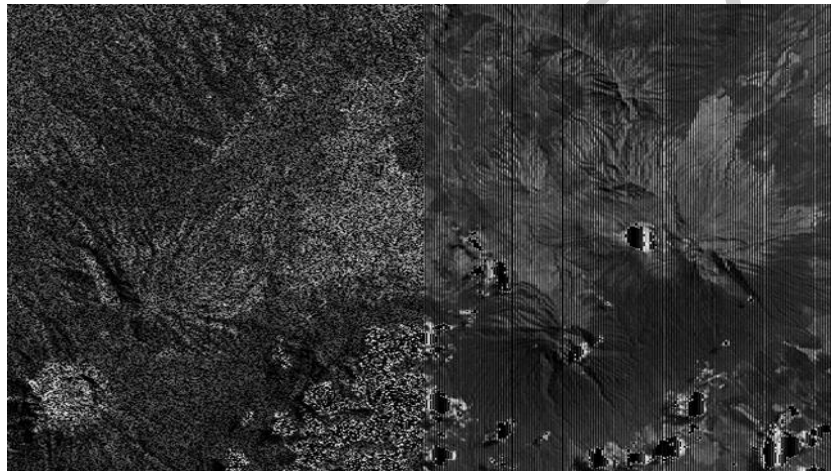


Рисунок 2 – Поляризационное изображение регистрируемое фотокамерой

На изображении отчетливо выделяются зоны неполяризованного светового излучения (левая часть) и поляризованного (правая часть). Цифровая обработка поляризованного изображения проводится по измерению параметров вектора Стокса  $I(I, Q, U, V)$  [3]. Последующая интерпретация полученных результатов позволит получить большой объем информации об исследуемом объекте, что не доступно в естественном свете. Использование фотополариметрического комплекса в разных спектральных интервалах, в значительной степени повысит информативность съемочной аппаратуры.

Таким образом, в ходе работы был разработан комплекс для фотополариметрического анализа природных объектов и явлений, описан принцип действия и проведено моделирование его работы, что послужит базой для создания целевого опытного образца.

Список используемых источников:

1. Коулсон, К. Л. Поляризация света как индикатор оптических свойств атмосферы // Известия АН. Физика атмосферы и океана. / К. Л. Коулсон. – 1974. – Т. 10. – №3. – С. 236-249.
2. Заказнов, Н.П. Прикладная оптика./Н.П. Заказнов и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 311 с.
3. Шерклиф, У. Поляризованный свет./ У. Шерклиф.– М.: Мир, 1965. – 264 с.