

УДК 621.383

**СТРУКТУРНАЯ СХЕМА РАДИОМЕТРА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
ИЗЛУЧЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В УФ ДИАПАЗОНЕ**

*Рябинина Е.А., магистрант,
тел. 8 910 786-21-21, ekaterina.gyabinina.1996@mail.ru
Научный руководитель – ст. препод. Смолен В.А.
Филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» в г. Смоленске, Смоленск, Россия*

Ключевые слова: ультрафиолетовое излучение, УФ-А диапазон, оп-
тико-электронные устройства, беспилотное воздушное судно, радиометр.

*В работе рассмотрена структура радиометра, предназначенного для
проведения измерений и обработки результатов экспериментальных исследо-
ваний, позволяющих построить математические модели пространственной
структуры энергетической яркости атмосферы в УФ-А диапазоне волн.*

Введение. В последние годы значительно повысился интерес к беспилот-
ным воздушным судам (БВС). На сегодняшний день нет практически никаких
запретов на использование дронов на территории РФ [1]. Ввиду данного факта
пилотом может стать любой человек, в том числе и не владеющий сведениями
о возможном расположении зон ограничения полетов. Поэтому крайне важно
для обеспечения противодействия БВС, совершающих несанкционированные
полеты в воздушном пространстве, разрабатывать новые и повышать эффек-
тивность существующих средств поиска и нейтрализации БВС.

На кафедре ЭИМТ в Смоленском филиале МЭИ было проведено иссле-
дование, в результате которого выяснилось, что для достижения наилучшего
эффекта обнаружения БВС используются спектральные диапазоны 8-13 мкм
и дополняющий его в дневных условиях – 1,5-2 мкм. Оба спектра лежат в ин-
фракрасном диапазоне. При всем этом известно, что работа в ИК невозможна
на солнце (при 20° телесного угла). Решением проблемы может стать исполь-
зование радиометра, работающего в ближнем ультрафиолетовом диапазоне
(320нм–380нм).

В настоящий момент в открытых источниках нет результатов исследова-
ний пространственно-временной структуры УФ-излучения атмосферы. Поэтому
требуется изучить возможность работы такого устройства при облачной погоде.

Цель работы – разработать устройство для исследования пространствен-
но-временной структуры излучения атмосферы в ближнем УФ-А диапазоне.

Материал и методика исследований. Экспериментальное исследование
состоит из двух этапов:

1. измерение отклонений энергетической яркости в одном и том же месте
в определенный промежуток времени;

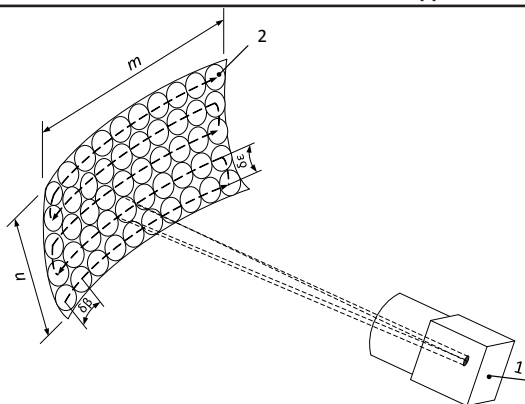


Рисунок 1 — Измерительно-вычислительный комплекс для экспериментальных исследований пространственной структуры излучения неоднородностей атмосферы: 1 — радиометр; 2 — область сканирования

2. обработка результатов для получения статистической модели пространственно-временно структуры излучения облачности.

Измерения будут проводиться путем растрового сканирования осью радиометра с угловым шагом дискретизации $\delta\epsilon$ и $\delta\beta$ (рисунок 1) многократно, через равные промежутки времени, соответствующие периоду Δt сканирования раstra изображения фона. Таким образом, формируются пачки изображений фона (1, 2, ..., k) для различных типов и баллов облачности.

Для обнаружения объектов будет использоваться фоновый метод [2]. При применении этого метода первичной является информация об излучении атмосферы, статистический анализ которой приводит к решению задачи обнаружения БВС на фоне облачных полей. Из потока информации в первую очередь выделяют элементы, принадлежащие изображению атмосферы, а оставшиеся — соответствуют излучению БВС. Такой метод реализовать проще, так как фон является объектом, медленно изменяющимся в пространстве и во времени.

Сущность фонового принципа основана на проверенной гипотезе [3] и заключается в том, что в условиях отсутствия априорной информации о наличии точечного объекта в поле зрения измерительной системы, она находится в тех элементах изображения фона, в которых наблюдаются локальные изменения одного или нескольких свойств выявленных закономерностей пространствен-

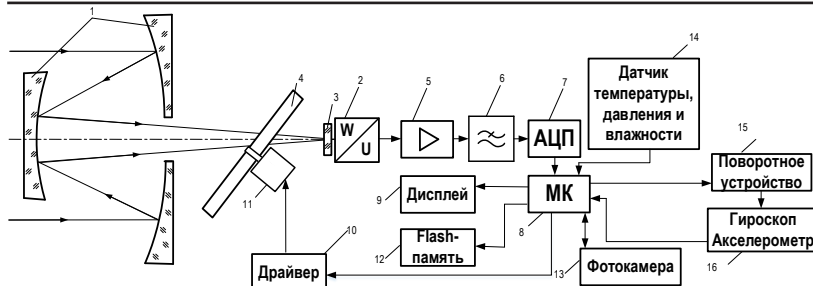


Рисунок 2 – Структурная схема радиометра: 1-объектив; 2-приемник лучистой энергии; 3-встроенный интерференционный фильтр; 4-обтюратор; 5-предусилитель и масштабный усилитель; 6-фильтр нижних частот; 7-АЦП; 8-микроконтроллер; 9-дисплей; 10-драйвер; 11-шаговый двигатель; 12-*flash*-память; 13-фотокамера; 14-датчик температуры, давления и влажности; 15-поворотное устройство; 16-гироскоп, акселерометр

но-временной структуры излучения атмосферы. Изменения этих свойств происходят вследствие искажения объектом (БВС) природных закономерностей пространственной структуры излучения атмосферы.

Результаты исследований. На рисунке 2 приведена структурная схема разрабатываемого устройства, работающего в ближнем УФ диапазоне.

С помощью поворотного устройства, координаты которого отображаются гироскопом и акселерометром, радиометр фиксируется в определенном положении. После фиксации происходит фотосъемка участка неба. После обработки микроконтроллером снимки выводятся во флеш-память. Одновременно с этим измеряется УФ-А излучение атмосферы, а также параметры окружающего воздуха (температура, давление, влажность).

Перед приемником лучистой энергии расположен закрепленный на валу шагового двигателя обтюратор, при вращении которого лучистый поток перекрывается и с приемника снимается сигнал, пропорциональный яркости внутренней полости радиометра, находящегося при температуре окружающего воздуха [4]. Управление шаговым двигателем осуществляется микроконтроллером при помощи драйвера L293D. С помощью объектива радиометр принимает лучистый поток и направляет его на приемник лучистой энергии со встроенным интерференционным фильтром. С приемника сигнал поступает на предусилитель и масштабный усилитель, фильтр нижних частот (для подавления высокочастотных помех из окружающей среды и сетевой помехи) и далее на

аналоговый вход АЦП. Полученный после преобразования код обрабатывается микроконтроллером и выводится во флеш-память.

Заключение. В результате работы был выбран и описан метод измерения отклонений УФ излучения в атмосфере. Также разработана и описана структурная схема радиометра для проведения дальнейших исследований.

Библиографический список:

1. Порядок использования беспилотных воздушных судов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.favt.ru/poryadok-ispolzovaniya-bespilotnyh-vozdychnih-sudov/> свободный (дата обращения: 15.10.2018)
2. Якименко И.В. Методы, модели и средства обнаружения воздушных целей на атмо сферном фоне широкоугольными оптико-электронными системами // Монография: «Военной академии войсковой ПВО ВС РФ имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского», 2010. 163 с.
3. Соловьев В.А., Якименко И.В., Купреев А.В., Сухотин В.В. Экспериментальное определение характеристик инфракрасного излучения самолетов в полете // Монография: «Военной академии войсковой ПВО ВС РФ имени Маршала Советского Союза А.М. Василевского», 2009. 84 с.
4. Рассказа Д.С., Смолин В.А., Рябинина Е.А. Разработка двухканального радиометра на 1,5-2 мкм и 0,32-0,4 мкм// Смоленский областной ежегодный конкурс молодых ученых – 2018: Сборник материалов – 2018. — в печати

THE BLOCK DIAGRAM OF THE RADIOMETER TO MEASURE ATMOSPHERIC RADIATION IN THE UV RANGE

Ryabinina E.A.

Key words: *ultraviolet radiation, UV-A range, optoelectronic devices, unmanned aircraft, radiometer.*

The paper deals with the structure of the radiometer, designed to measure and process the results of experimental studies, allowing to build mathematical models of the spatial structure of the energy brightness of the atmosphere in the UV-A wave range.