

УДК: 681.7

ПРИМЕНЕНИЕ КОРОТКОВОЛНОВОГО ИНФРАКРАСНОГО КАНАЛА В СОСТАВЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Киль И.А., Погорелов М.Г.

ФГБОУ «Тульский государственный университет»
Тула, Российская Федерация

Аннотация. В докладе определены преимущества КВИК-диапазона технического зрения для его применения в составе оптико-электронных систем, предназначенных для беспилотных летательных аппаратов, осуществляющих обзор местности и объектов.

Ключевые слова: оптико-электронные системы, беспилотный летательный аппарат, коротковолновый ИК-диапазон.

APPLICATION OF A SHORT WAVE INFRARED CHANNEL AS A PART OF AN UNMANNED AERIAL VEHICLE

Kil I., Pogorelov M.

Tula State University
Tula, Russian Federation

Abstract. The report defines the advantages of the short range of technical vision for its use as part of optoelectronic systems designed for unmanned aerial vehicles that survey the terrain and objects.

Key words: optoelectronic systems, unmanned aerial vehicle, shortwave IR range.

Адрес для переписки: Киль И.А., пр. Ленина, 92, Тула 300000, Российская Федерация
e-mail: johnnykia@yandex.ru

В настоящее время постоянно увеличиваются темпы разработки и производства беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Изначально БПЛА изготавливались только для военных задач, но с развитием технологий они нашли свое применение в гражданских целях и участвуют во многих решениях современных проблем. Примеры такого использования: доставка груза, патрулирование территории, наблюдение за объектом, воздушные видео и фото съемки и др.

Основные преимущества БПЛА по сравнению с управляемыми ЛА заключаются в мобильности, габаритах, возможности добраться туда, куда человеку сложно попасть или где опасно находиться для жизни, и удаленном управлении.

Сейчас невозможно представить БПЛА без оснащения оптико-электронными системами (ОЭС). ОЭС открывает множество новых возможностей и упрощает решение поставленных задач.

ОЭС могут иметь как один, так и несколько каналов технического зрения. В их состав, как правило, входят: телевизионный блок, лазерный дальномер, тепловизионный блок с матрицей.

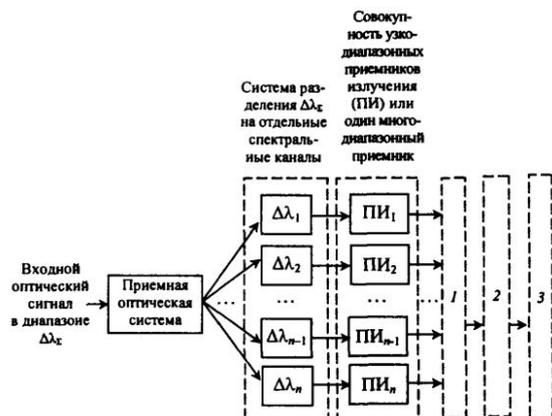
В настоящее время больше всего распространены ИК-системы визуализации. Это объясняется тем, что именно в этом спектральном диапазоне сосредоточена основная часть собственных излучений электромагнитных волн большинства окружающих объектов естественного и искусственного происхождения. Инфракрасное излучение объектов фоно-целевой обстановки содержит информацию о составляющих эти тела веществах и их расположении на местности. Восприятие дан-

ной информации происходит с помощью системы, которая принимает сигналы в инфракрасной области спектра и преобразует их в видимые изображения.

В последнее время помимо широко применяемых «классических» тепловизионных систем с рабочими диапазонами длин волн 3–5 мкм и 8–12 мкм, все большее применение находят системы, работающие в коротковолновом ИК-диапазоне – 0,9–1,7 мкм. В решении гражданских задач такие системы используются, например, для определения влажности, что позволяет узнать степень увлажненности материала; выявление гнилых или испорченных овощей, ягод и фруктов; относительное содержание влаги в растениях. Помимо этого, службы МЧС часто применяют камеры с КВИК диапазоном, чтобы найти очаг возгорания в лесной местности, или человека в условиях затрудненной видимости, например, из-за сильной задымленности. КВИК-диапазоном пользуются во многих других отраслях: в пищевой; сельскохозяйственной; горнодобывающей; деревообрабатывающей; металлургии; автомобильной и легкой промышленности. При наличии в ОЭС нескольких каналов технического зрения (рис. 1), то КВИК-диапазон может применяться в качестве дополнительного информационного канала для повышения помехозащищенности и комплексирования.

В конце 90-х годов XX в. произошел новый этап развития ИК-систем, связанный со значительным совершенствованием матричных приемников излучения (МПИ), которые позволяют реализовывать методы электронного сканирования и

пространственной выборки ИК-изображений. Последним этапом развития явилась разработка новых приборов с зарядовой связью и схем считывания первичной обработки сигнала в отдельном элементе чувствительной матрицы, что позволило создать МПИ высокого разрешения с большим форматом.



1 – электронный блок последовательный или параллельной обработки сигналов, получаемых в отдельных спектральных каналах, 2 – система объединения изображений, 3 – выходное устройство

Рисунок 1 – Структурная схема ОЭС

В докладе будет рассмотрено применение коротковолнового инфракрасного диапазона. КВИК – это общепринятое название электромагнитного излучения в коротковолновом диапазоне волн от 0,9 мкм до 1,7 мкм, но может быть расширен до 0,7–2,5 мкм. Чувствительные матрицы современных МПИ, принимающих коротковолновое излучение, выполнены из кремния или соединения на основе арсенида индия-галлия (InGaAs). Предел чувствительности кремния равен приблизительно 1,0 мкм, а у сенсоров, сделанных из InGaAs захват области от 0,5 до 2,5 мкм. У МПИ на основе InGaAs высокая чувствительность и им не требуется система охлаждения, что уменьшает габариты конструкции приемника и стоимость, увеличивает его надежность. МПИ на основе InGaAs благодаря разделению слоев имеют возможность получать эффект умножения в малых электрических полях и более низкие темновые токи за счет эффекта туннелирования носителей заряда в узкозонном поглощающем слое. Межа-структура позволяет ограничить отдельные элементы матрицы фотодиодов, исключив их взаимное влияние друг на друга.

Стоит отметить, что в отличие от классических тепловизионных приборов, регистрирующих собственное излучение объектов и фонов средневолнового ИК- или длинноволнового ИК-диапазонов, датчики КВИК диапазона регистрируют отраженное от наблюдаемых объектов и фонов излучение естественных и искусственных внешних источников, например, солнечного света или звездного неба, что является основой для обеспечения широкого динамического диапазона, необходимого для формирования высокого энергетического разрешения цели. К числу положительных аспектов, определяющих актуальность развития техники в коротковолновом диапазоне, стоит отнести: высокую чувствительность и способность формировать изображение хорошего качества при сиянии ночного или звездного неба, т.е. возможность использования приборов круглосуточно; наблюдение в условиях пыли, тумана, дыма, ливня и т.д.; способность обнаруживать лазерные сигналы; компактность габаритов прибора и низкое энергопотребление и др.

Датчики и чувствительные элементы в КВИК-камерах работают по аналогии с ПЗС, который представляет собой полупроводниковый элемент, разделенный на элементы в виде матрицы. МПИ преобразует световой поток в электрические сигналы, используемые для дальнейшей обработки с помощью электронных схем. Излучение можно рассматривать как поток элементарных частиц – фотонов. Фотоны, попадая на поверхность полупроводниковых материалов, способны приводить к образованию электронов и дырок. Генерация электронно-дырочных пар под воздействием излучения возможна только в том случае, когда энергии фотона достаточно, чтобы «оторвать» электрон от «родного» ядра и перевести его в зону проводимости.

На данный момент разнообразие ОЭС имеющих КВИК-канал не велико, не смотря на многие положительные стороны и преимущества использования приборов в этом диапазоне. Поэтому развитие и совершенствование таких ОЭС является актуальным.

Литература

1. Тарасов, В. В. Современные проблемы инфракрасной техники. / В. В. Тарасов, Ю. Г. Якушенков – М.: Изд. МИИГА и К, 2011. – 84 с.
2. Holst, G. C. Electro-optical imaging system performance. JCD Publishing and SPIE, 2017. – 408 с.