

воздуха, как основных параметров влияющих на воспроизводимость измерений и чувствительность газовых сенсоров (минимальная обнаруживаемая концентрация не менее 200 ppm H₂ или 100 ppm для бутана при комнатной температуре).

Преимущества адаптивного управления включают повышение точности, эффективности и надежности систем, а также способность быстро реагировать на изменения в условиях работы. Применение адаптивного управления позволяет увеличить автономность сенсорных систем, которые могут работать в удаленных или труднодоступных местах без

необходимости в частом обслуживании. Адаптивное управление упрощает интеграцию с системами управления и принятия решений.

Литература

1. Zhao, Liang. Efficient Monitoring and Adaptive Control of Indoor Air Quality Based on IoT Technology and Fuzzy Inference / Liang Zhao [et al.] // Wireless Communications and Mobile Computing. – 2022.
2. Saini, J. Indoor Air Quality Monitoring Systems Based on Internet of Things: A Systematic Review / J. Saini, M. Dutta, G. Marques // Int J Environ Res Public Health. – 2020. – № 17(14). – P. 4942.

УДК: 681.7

ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ КАНАЛОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Шилин А. А.¹, Журавлев И. С.¹, Киль И. А.¹

¹ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»
Тула, Российская Федерация

Аннотация. Целью данного исследования является оценить целесообразность применения различных типов тепловизионных каналов в составе беспилотных авиационных систем в зависимости от их дальности действия.
Ключевые слова: беспилотные авиационные системы, тепловизионные каналы.

ASSESSMENT OF THE APPLICABILITY OF THERMAL IMAGING CHANNELS OF VARIOUS TYPES FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES

Shilin A.¹, Zhuravlev I.¹ Kil I.¹,

¹Tula State University
Tula, Russian Federation

Abstract. The purpose of this study is to assess the feasibility of using various types of thermal imaging channels as part of unmanned aircraft system depending on their recognition range.

Key words: thermal imager, UAS, recognition distance.

Адрес для переписки: Журавлев И. С., пр. Ленина, 92, г. Тула 300600, Российская Федерация
e-mail: info@tsu.tula.ru

В настоящее время беспилотные авиационные системы (БАС) активно применяются в различных отраслях промышленности.

Актуальность применения БАС обусловлена несколькими ключевыми факторами:

- снижение рисков для попадания в труднодоступные места;
- непрерывное наблюдение;
- гибкость и мобильность применения.

Для обеспечения непрерывного наблюдения и сбора информации БАС оснащены системами технического зрения, которые обеспечивают наблюдение в различных спектральных диапазонах.

Для обеспечения круглосуточной работы широко применяются тепловизионные приборы наблюдения.

Проблемой всех оптических приборов является то, что при увеличении фокусного расстояния и дальности распознавания увеличивается масса прибора и его габариты, которые ограничены полезной нагрузкой БАС.

Целью данного исследования является оценить целесообразность применения различных типов тепловизионных каналов в привязке к их дальности действия и массе.

Тепловизионные каналы бывают двух видов: с охлаждаемым приемником излучения и неохлаждаемым.

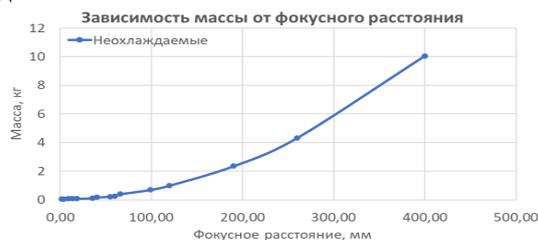


Рисунок 1 – Зависимость массы от фокусного расстояния у неохлаждаемых тепловизионных каналов



Рисунок 2 – Зависимость массы от фокусного расстояния у охлаждаемых тепловизионных каналов

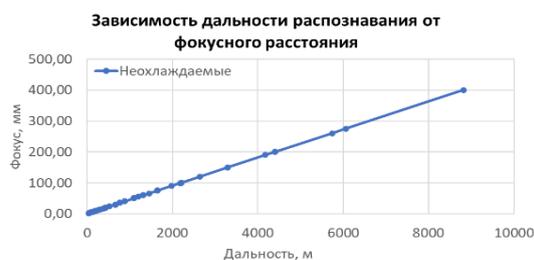


Рисунок 3 – Зависимость дальности распознавания от фокусного расстояния у неохлаждаемых тепловизионных каналов

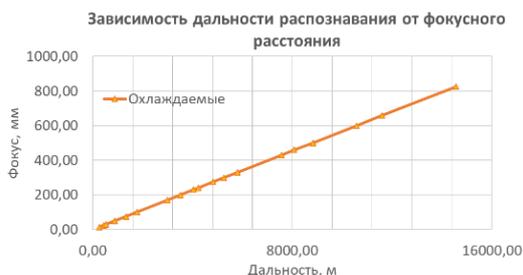


Рисунок 4 – Зависимость дальности распознавания от фокусного расстояния у охлаждаемых тепловизионных каналов

Для составления статистики был проведен анализ 26 приемников излучения и 80 объективов различных производителей, по итогам которого можно сделать вывод, что наличие микрокриогенной машины увеличивает массу и габариты охлаждаемых приемников, однако они имеют лучшую энергетическую чувствительность. Неохлаждаемые приемники имеют меньшую массу, однако требуют обеспечения высокой светосилы объектива для компенсации проблем с чувствительностью самого приемника.

По данным, полученным в результате анализа, были составлены графики зависимости массы от фокусного расстояния, и получены дальности распознавания для этих значений. Последнее сделано для объекта – легковой автомобиль по модифицированному критерию Джонсона при величине вероятности 80 % (рисунки 1–4). Размер чувствительного элемента охлаждаемого приемника взят равным 15 мкм, неохлаждаемого – равным 12 мкм.

Имея общую ось фокусного расстояния, можно объединить два этих графика и построить

зависимость массы от дальности действия для двух типов тепловизионных каналов.

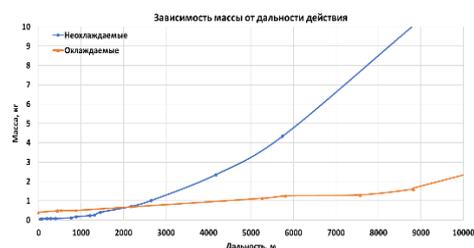


Рисунок 5 – Зависимость массы от дальности действия у тепловизионных каналов

По полученным результатам видно, что по дальности распознавания до расстояния 2 км неохлаждаемые тепловизоры выигрывают по массе. Если же распознать объект необходимо на большем расстоянии, то применение неохлаждаемых тепловизионных каналов приведет к существенному повышению массы прибора.

Ограничениями данного результата являются:

- 1) допущение, что объектив для неохлаждаемого приемника излучения имеет диафрагменное число не менее 1,2;
- 2) нет учета температурного контраста объект-фон, т. е. проводился геометрический расчет дальности распознавания;
- 3) используются только данные готовых объективов.

Стоит отметить, что планируются дальнейшие исследования, которые будут направлены на уточнение и устранение озвученных ограничений, а также на расширения подхода на другие значимые для применения на БАС параметры, например – такие как длина и диаметр тепловизионного канала, его стоимость и пр.

Литература

1. Якушенков, Ю. Г. Современные проблемы инфракрасной техники / Ю. Г. Якушенков, В. В. Тарасов. – М.: МИИГА и К, 2011. – 84 с.
2. Holst, G. C. Electro-optical imaging system performance / G. C. Holst. – JCD Publishing Winter Park, Florida USA, 2000. – 437 с.
3. Грузевич, Ю. К. Оптико-электронные приборы ночного видения / Ю. К. Грузевич. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 276 с.