

УДК: 681.7

## ОЦЕНКА ПРИМЕНИМОСТИ ТЕПЛОВИЗИОННЫХ КАНАЛОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ ДЛЯ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет»  
Тула, Российская Федерация

**Аннотация.** Целью данного исследования является оценить целесообразность применения различных типов тепловизионных каналов в составе беспилотных летательных аппаратов в зависимости от их дальности действия.

**Ключевые слова:** беспилотные летательные аппараты, тепловизионные каналы.

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

Shilin A., Zhuravlev I., Kil I.

Tula 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 aerial vehicles depending on their recognition range.

**Key words:** thermal imager, UAV, 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 беспилотники активно применяются в различных отраслях промышленности.

Актуальность применения беспилотных летательных аппаратов (БЛА) обусловлена несколькими ключевыми факторами:

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

Для обеспечения непрерывного наблюдения и сбора информации БЛА 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 БЛА.

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.

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 обеспечение высокой светосилы объектива для компенсации проблем с чувствительностью самого приемника.

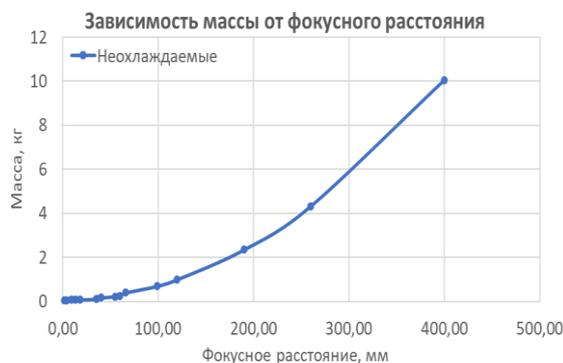


Рисунок 1 – Зависимость массы от фокусного расстояния у неохлаждаемых тепловизионных каналов



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

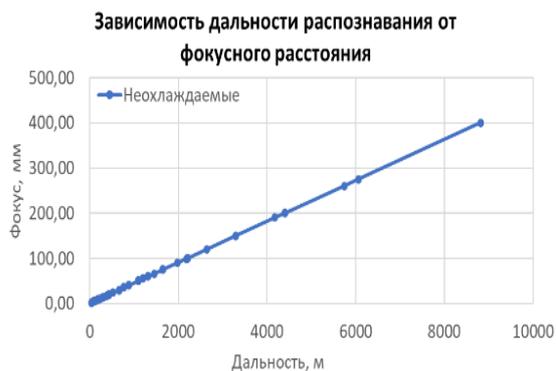


Рисунок 3 – Зависимость дальности распознавания от фокусного расстояния у неохлаждаемых тепловизионных каналов

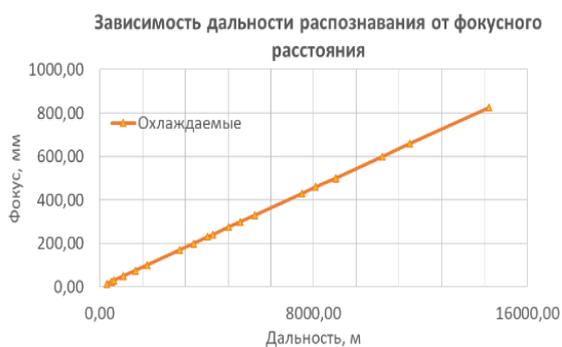


Рисунок 4 – Зависимость дальности распознавания от фокусного расстояния у охлаждаемых тепловизионных каналов

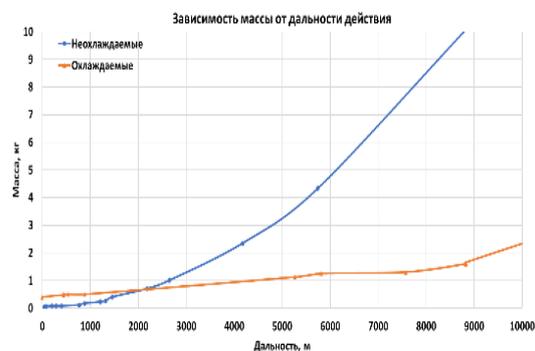


Рисунок 5 – Зависимость массы от дальности действия у тепловизионных каналов

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.

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:

- допущение, что объектив для неохлаждаемого приемника излучения имеет диафрагменное число не менее 1,2;
- нет учета температурного контраста объект-фон, т. е. проводился геометрический расчет дальности распознавания;
- 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 беспилотниках параметры, например – такие как длина и диаметр тепловизионного канала, его стоимость и пр.

#### Литература

1. Якушенко, Ю. Г. Современные проблемы инфракрасной техники / В. В. Тарасов, Ю. Г. Якушенко. – М.: Изд. 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. – ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 276 с.