

и горизонтальное расположение двигателя. Это позволяет уменьшить общие габариты устройства, добавляя при этом механическое стопорение винта без лишнего энергопотребления.



Рисунок 4 – Червячная передача

Фотопрерыватель установлен у первой шестерни (рис. 5) так, что его оптическая ось совпадает с осью вращения сигнализирующего отверстия.



Рисунок 5 – Фотопрерыватель и фрагмент редуктора

Сам редуктор (рис. 6) является трёхступенчатым и имеет общее передаточное отношение 1:12.

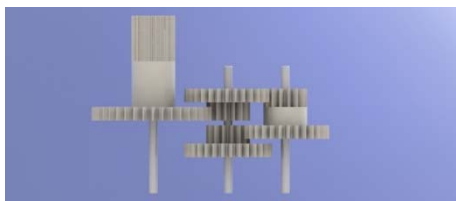


Рисунок 6 – Многоступенчатый редуктор

Спроектированное устройство имеет малые габаритные размеры, высокую точность и скорость срабатывания, пониженное энергопотребление и гораздо больший ресурс, в сравнении с классической конструкцией сервопривода.

УДК 621.384.326.23

МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ТЕПЛОВИЗИОННОГО ПРИЦЕЛА ТП-1 «ARGUS IR»

Ракевич П.С.¹, Фёдорцев Р.В.², Змитрович И.И.¹, Фуфаев А.В.³

¹ОАО «БелОМО – Минский механический завод имени С.И. Вавилова», Минск, Республика Беларусь

²Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

³УП «Научно-технический центр ЛЭМТ», БелОМО, Минск, Республика Беларусь

Тепловизионный прибор «Argus IR» на базе неохлаждаемого микроболометрического приёмника является пассивным наблюдательным прибором, который обеспечивает получение тепловых изображений объектов с высокой чёткостью в условиях дневной и ночной освещённости, а так же в условиях плохой видимости – сильного задымления, запыления, тумана и т. д. Прибор может исполнять свои функции в двух рабочих положениях.

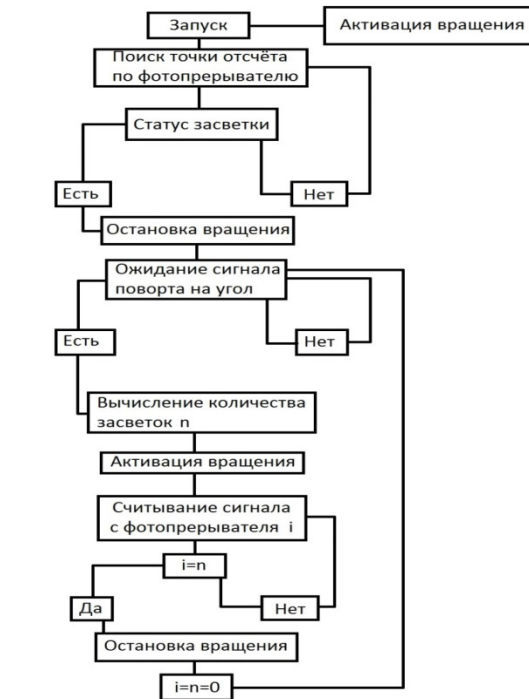


Рисунок 7 – Алгоритм вычисления угла поворота

На рисунке 7 представлен алгоритм, по которому контроллер отслеживает угол поворота выходного вала. Отличительной особенностью такого подхода к вычислению связан с тем, что в конечном устройстве, данных оптических сервоприводов будет использоваться не менее пяти. Алгоритм поддерживает подключение до 8 устройств одновременно, используя при этом минимальное количество вычислительных ресурсов контроллера.

Литература

Пуятин Н.Н. Радиоуправление моделями. М.: Энергия, 1976. – 64 с.

разъём 13 и в совокупности представляет собой пункт видеонаблюдения, для выполнения следующих задач:

- охраны промышленных объектов;
- поисково-спасательных работ по обнаружению людей и техники;
- увеличения эффективности авиационной и специальной техники по обнаружению очагов пожаров.

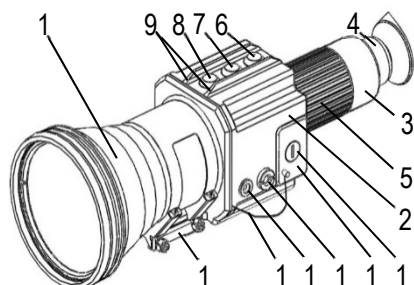


Рисунок 1 – Тепловизионный прицел ТП-1

Тепловизионный прибор управляется через системное меню, интерфейс которого контролируется тремя кнопками (6, 7, 8), расположенными на корпусе 2. Посредством программного обеспечения осуществляется автоматическая, полуавтоматическая или ручная настройка яркости и контраста изображения, отображается уровень заряда аккумуляторов, различные виды дальнометрических и прицельных сеток.

Применение микро-дисплея SVGA+ Rev 2 White OLED-XL (eMagin Corporation) позволило обеспечить высокое разрешение и яркость изображения, а при необходимости перейти на цветные экранные символы.

Открытая архитектура электронных модулей позволяет дополнить тепловизионный прибор вспомогательными устройствами, такими как лазерный дальномер, GPS, датчик угла наклона, датчик температуры, телевизионный канал и создать на его основе систему баллистических вычислений.

В тепловизионном прицеле реализованы следующие режимы работы, которые выводятся на экране меню (за пределами поля отображения объектов) (рисунок 2):

- калибровка (автоматическая встроенная);
- циклическое изменение цвета марки (белый/чёрный);
- регулировка (ручная) уровня контраста изображения для «горячих» и «холодных» объектов;
- регулировка (ручная и полуавтоматическая) усиления чувствительности изображения;
- фокусировка (ручная) изображения;
- ввод поправок для смещения марки в вертикальной и горизонтальной плоскости.
- На определение разрешающей способности тепловизионного прицела оказывает существенное влияние достаточно большое количество как внешних, так и внутренних факторов.

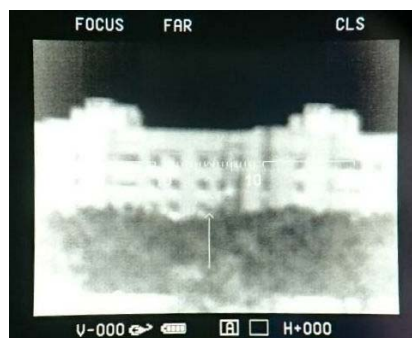


Рисунок 2 – Вид поля зрения и меню тепловизионного прицела ТП-1

Тепловое излучение ослабляется вследствие наличия в атмосфере молекулярного и аэрозольного рассеивания (дождя, снега, тумана, дымки и пр.). Наибольшее влияние и широкую полосу поглощения имеют следующие элементы (с максимальными пиками): вода (2,7; 3,2; 6,3 мкм), углекислый газ (4,8 мкм) и метан (3,2 и 7,8 мкм). На рисунке 3 представлены области пропускания атмосферы для рабочего спектрального диапазона тепловизионного прицела ТП-1 $\lambda = 7,0 \dots 14,0$ мкм.

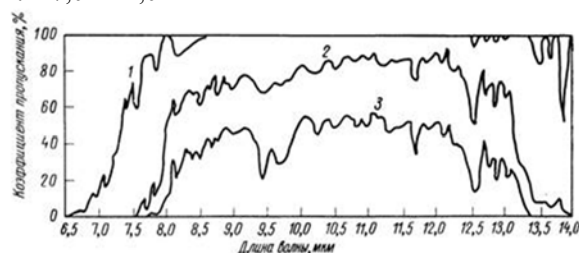


Рисунок 3 – Пропускание атмосферы в диапазоне длин волн 6,5–14 мкм (1 – трасса 300 м, толщина осажденной воды 0,11 см; 2 – трасса 6,3 км, толщина осажденной воды 1,37 см; 3 – трасса 18,7 км, толщина слоя осажденной воды 5,2 см)

Оптические компоненты тепловизионного прицела выполнены из монокристаллического германия ($n = 4,0026$ на $\lambda = 11$ мкм) с AR просветляющим покрытием, обеспечивающим минимальный коэффициент поглощения ($\alpha < 0,027 \text{ см}^{-1}$ на $\lambda = 10,6$ мкм) и интегральный коэффициент пропускания в пределах $0,87 \dots 0,97$ во всём спектральном рабочем диапазоне (рисунок 4).

Изменение градиента температуры окружающей среды в диапазоне $-30^\circ\text{C} \dots +60^\circ\text{C}$ может быть компенсировано посредством подвижки объектива вдоль оптической оси в пределах $1,0 \dots 0,6$ мм.

На разрешающую способность существенное влияние оказывают также геометрические характеристики и качество изготовления самих оптических компонентов фокусирующего объектива. В таблице 1 приведены расчётные значения размера изображения на приёмной микроболометрической матрице при различных размерах наблюдаемого объекта.

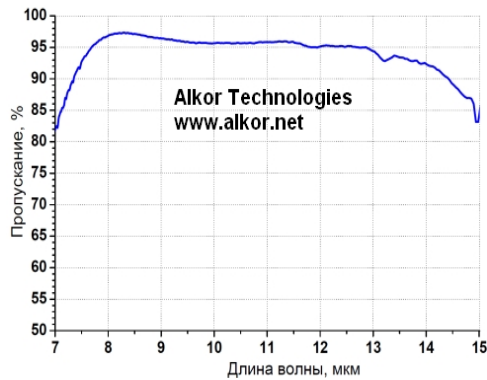


Рисунок 4 – График зависимости пропускания объектива с оптическими компонентами из германия в рабочем спектральном диапазоне

Таблица 1 – Полихроматические коэффициенты передачи модуляции

Пространственная частота в плоскости матрицы, лин/мм	Полихроматические коэффициенты передачи модуляции (расчетные) (поз.1,2,3)							
	$y=0$	$y=5,04\text{мм}$		$y=6,72\text{мм}$		$y=8,4\text{мм}$		
	-	мер.	соз.	мер.	соз.	мер.	соз.	
7,0	0,82	0,83	0,82	0,82	0,82	0,82	0,81	
14	0,72	0,73	0,72	0,72	0,71	0,71	0,69	

В базовом варианте конструкции прицела ТП-1 используется микроболометрическая матрица модели UL 03 04 1 – 384×288 pix LWIR («ULIS» Франция) с размерами приёмной площадки и размером светочувствительных элементов 35 мкм [1].

На основании критериев Джонсона [2] разработана математическая модель тепловизионного прицела, позволяющая оценить вероятность обнаружения, распознавания и идентификации объектов наблюдения в зависимости от горизонтальных и вертикальных углов обзора, а также размеров и числа элементов на матрице приёмника изображения.

Для практической оценки разрешающей способности тепловизионного прицела проведена серия полевых (полигонных) испытаний в соответствии с разработанной методикой.

Объектами наблюдения являлись два или три человека в полный рост (высота 1,7 м и ширина

0,5 м) в солдатских шинелях или камуфляжной форме стоящие рядом друг с другом на открытой местности с зеленым травяным покровом. Высота травы – не более 0,3 м. Объекты наблюдения полностью проецировались на фон. Расстояние от местных предметов до объектов наблюдения по фронту составляло не менее 10 м.

Наблюдение проводили поочередно не менее трех наблюдателей. Считалось, что прицел соответствует требованиям, установленным в техническом задании, если каждый из наблюдателей правильно указал направление вытянутой руки или количество объектов наблюдения (таблица 2). Время наблюдения для одного человека должно быть не более 15 с (регистрировалось секундомером СОСпр-26-2-000 ТУ 25-1894.003).

Таблица 2 – Критерии оценки соответствия

Дальность	Расстояние до объекта наблюдения	Критерий оценки
Расознавания	800 м	Направление вытянутой руки
Обнаружения	1500 м	Количество объектов наблюдения

Как показывают проведенные численные исследования конструктивная модернизация тепловизионного прицела на предмет замены микроболометрической матрицы на модель с большим числом элементов 640×480 pix и размером одного элемента 17 мкм (например, Pico640 Gen2™ ULIS) позволит примерно в 2 раза повысить разрешающую способность всей оптической системы прибора.

Литература

1. ULIS PROPRIETARY. UL 03 04 1 / 384 x 288 LWIR UNCOOLED MICROBOLOMETER. NTC 07012-6/ Issue 6 – 27.08.07. – 23 p.
2. Gerald C. Holst. Electro-Optical Imaging System Performance - fifth edition. JCD Publishing and SPIE Press, 2008.

УДК 780.6:535.8

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПЕДАЛИ ЗВУКОВЫХ ЭФФЕКТОВ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОГО ОПТИЧЕСКОГО ЭНКОДЕРА

Седун Д.Н., Фёдорцев Р.В.

Белорусский национальный технический университет, Минск, Республика Беларусь

В процессе студийной записи музыкальных инструментов, а также в ходе проведения концертов активно применяются специальные компактные электронные устройства, предназначенные для создания различных звуковых эффектов: коррекция амплитудно-частотной характеристики, изменение динамического диапазона, увели-

чение длительности звучания ноты, создание перегруженного звучания при котором происходит жесткое амплитудное ограничение.

Педали эффектов предназначена для преобразования входного сигнала, поступающего со струнного инструмента (электроргитара, электровиолончель, электроскрипка), клавишного ин-