

Сканирующая тепловизионная система на основе оптико-электронного модуля с термопарным приемником ИК-изображения

Хафизов Р.З.^{1,2}, Каменский А.М.², Васильев С.Г.²

¹ООО «ГрафИмпресс», Москва, Россия

²Национальный исследовательский университет «МИЭТ», Москва, Россия

Оптико-электронные модули с неохлаждаемыми ИК-матрицами на основе термопарных сенсоров, благодаря малым габаритам и небольшому весу обеспечивают возможность создания простых и недорогих малоинерционных тепловизионных сканирующих систем с широкими полями обзора. С учетом достигнутого сегодня температурного разрешения термопарных матриц (NETD ~ 0,2–0,5 К) и быстродействия (кадровая частота – до 512 Гц) такие системы могут найти применение в интеллектуальных системах пожарной безопасности, тепловизионного мониторинга, охраны и в других областях, где существенны малые массогабаритные параметры.

В настоящей работе рассмотрены возможности создания и разработаны макеты тепловизионных сканирующих систем с использованием оптико-электронных модулей MLX90620 (НТРА 4х16) и НТРА 32Х31L17/0.8 с термопарными матрицами формата 4х16 и 32х31 фирмы Heimann Sensor GmbH [1]. В таблице 1 приведены основные характеристики модулей.

Таблица 1

Параметр	Тип модуля	
	MLX90620 (НТРА 4х16)	НТРА 32Х31L17/0.8
Количество элементов по X, пкс	4	32
Количество элементов по Y, пкс	16	31
Размер элемента, мкм	220	220
Шаг элементов (P), мкм	180	150
Поле зрения (FOV) по X, град	16,4	27,0
Поле зрения (FOV) по Y, град	60	26,0
Частота кадров, Гц	0,5-512*	макс. 25
Время реакции элемента, мс	< 4	< 4

* программируется

С целью практических приложений рассмотрены следующие основные варианты функционирования оптико-электронных систем на основе указанных модулей.

Для модуля MLX90620 (НТРА 4х16)

- режим сканирования сцены с обнаружением и последующим отслеживанием перемещения источника теплового излучения.

Угол сканирования, град. (задается программно) 180±4.

Угловые скорости сканирования, град/с (задаются программно) 2...32±10%.

Система осуществляет горизонтальное сканирование сцены в угле обзора 180х60 градусов. При появлении в поле зрения системы локального источника тепла и его обнаружении, система поворачивается по осям X и Y, обеспечивая вывод изображения этого источника в центр растра (4х16) с дальнейшим удержанием изображения в этом положении в пределах возможностей сканирующего механизма.

Поскольку в направлении сканирования матрица имеет 4 пиксела, то каждый элемент изображения интегрируется четыре раза, что используется при обработке с целью улучшения чувствительности.

Для модуля НТРА 32Х31L17/0.8

- режим панорамного обзора сцены с выводом теплового изображения сцены на экран дисплея.

Углы сканирования, град. (задаются программно)

По X 0...135±0,4.

По Y 0 ÷ 78±0,4.

Форматы раstra изображения, пкс (задаются программно)

По X 32, 64, 96, 128, 160.

По Y 31, 62, 93.

Угловые скорости сканирования, град/с

(задаются программно) 4,2...16,8±10%.

Для реализации указанных функциональных возможностей систем разработаны макеты, в состав которых входят:

- электромеханический поворотный механизм, позволяющий осуществлять вертикальное и горизонтальное сканирование,
- электронные блоки управления сервоприводами поворотного механизма,
- электронные блоки согласования схем считывания и обработки сигнала ИК приемника с управляющими блоками системы,
- программное обеспечение, реализующее заданные алгоритмы управления системными блоками [2].

На рис. 1 представлен фрагмент видеозаписи работы макета с модулем НТРА 4х16, демонстрирующего возможности системы по отслеживанию перемещений руки человека.

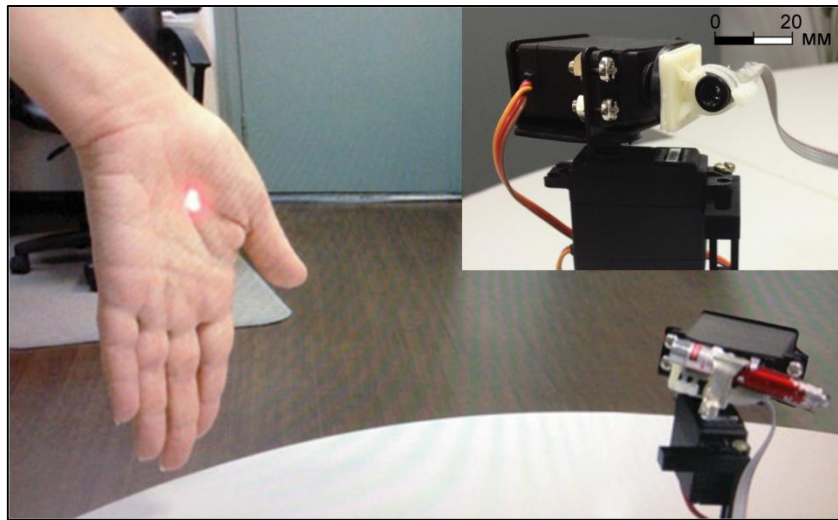


Рис. 1 – Макет сканирующей системы обнаружения, целеуказания, захвата и слежения за перемещением теплового объекта с термопарным ИК приемником формата 4х16

Важная особенность модулей состоит в возможности задания температурного порога воспроизведения теплового изображения, что обеспечивает селективную регистрацию только тех тепловых объектов, которые имеют температуру выше установленного уровня. На рис. 2 представлены тепловые изображения, полученными с помощью тепловизионного макета с модулем НТРА 32Х31L17/0.8, которые демонстрируют возможность селекции изображения сигареты при установлении порога минимальной температуры $T_{min} = 35^{\circ}\text{C}$.

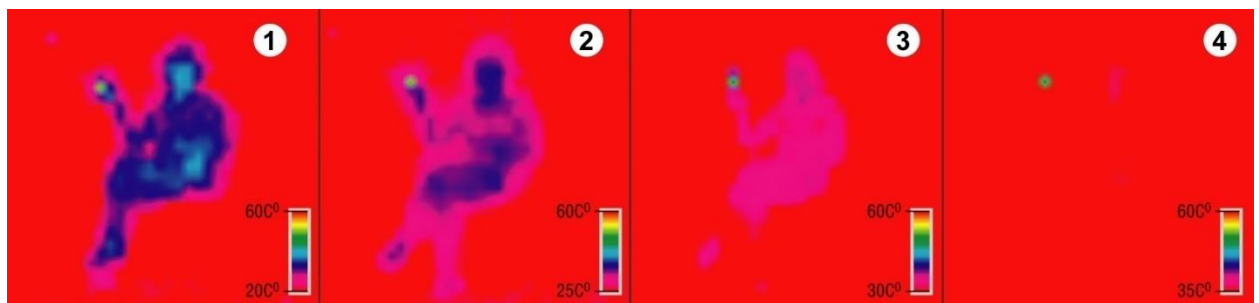


Рис. 2 – Контроль пожароопасных ситуаций (выделение теплового изображения сигареты):
1) $T_{min} = 20^{\circ}\text{C}$, 2) $T_{min} = 25^{\circ}\text{C}$, 3) $T_{min} = 30^{\circ}\text{C}$, 4) $T_{min} = 35^{\circ}\text{C}$.

На рис. 3 представлены макет сканирующей системы на основе оптико-электронного модуля НТРА 32Х31L17/0.8 и тепловые изображения, полученные при сканировании сцены с различными пространственными углами (от $\sim 27 \times 26$ до $\sim 135 \times 78$ град), которым соответствуют размеры растра изображения от 32×31 до 160×93 пикселей. Непрерывное сканирование сцены с соответствующим программным обеспечением дает возможность реализовать выходные изображения без стыковочных пробелов и регистрировать температурный рельеф с разрешением до $0,2\text{K}$ за счет интегрирования сигналов от отдельных элементов изображения.

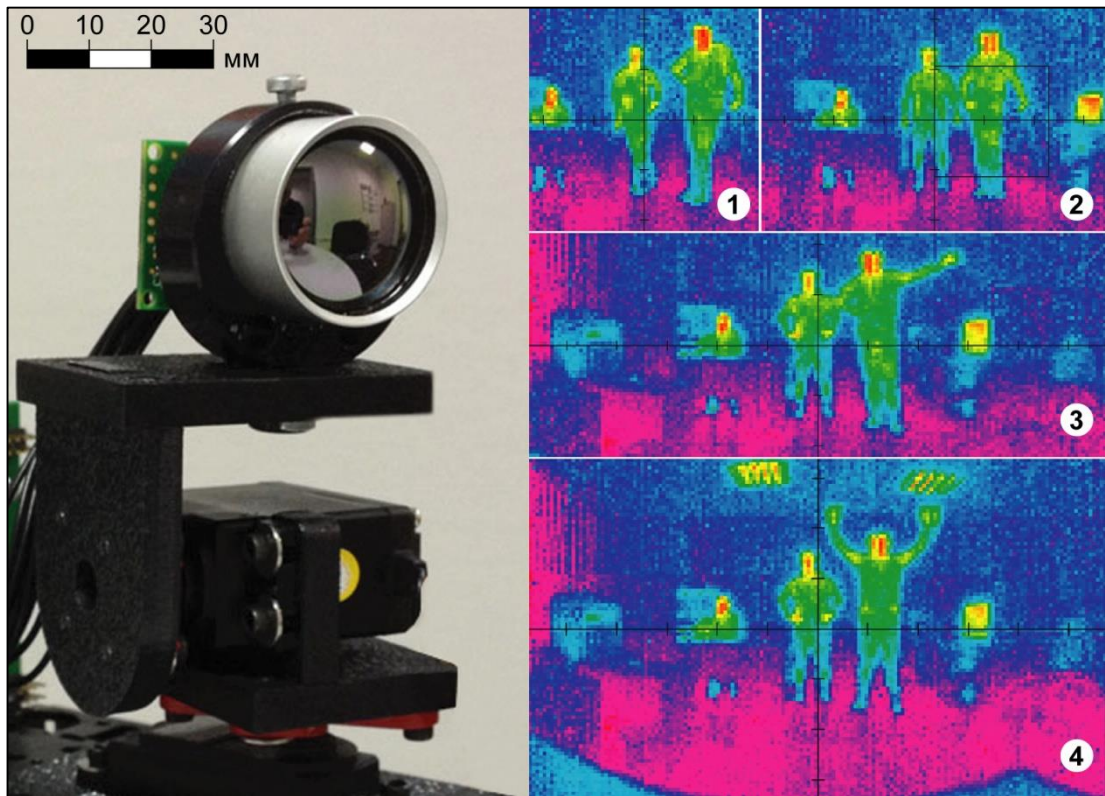


Рис. 3 – Макет сканирующей системы на основе оптико-электронного модуля НТРА 32Х31L17/0.8 и тепловые изображения, полученные при сканировании.

Размеры растра: 1) 64×62 , 2) 96×62 , 3) 160×62 , 4) 160×93 .

Таким образом, оптико-электронные модули с неохлаждаемыми малоформатными термопарными ИК матрицами пригодны для тепловизионных сканирующих систем с широкими полями обзора. В отличие от применения в этих целях оптических сканеров предложенные технические решения используют интеграцию в миниатюрном модуле всех «аппаратных средств» управления и обработки сигналов изображения, обеспечивая при этом низкий момент инерции модуля.

Поэтому представляется весьма перспективной разработка отечественных неохлаждаемых сенсоров теплового излучения на основе МЭМС-термопар для инфракрасных оптико-электронных систем технического зрения.

Авторы выражают благодарность Е.А. Фетисову за полезные обсуждения.

[1] www.heimannsensor.com

[2] *Р.З. Хафизов, А.М. Каменский, С.Г. Васильев*, Программа управления следящей поворотной платформой на основе многоэлементных датчиков инфракрасного излучения
// Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2014616361