

УДК 621.396

ИМИТАТОР ТЕПЛОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ИЗЛУЧЕНИЯ

© 2014 А.С. Перцович, Б.В. Скворцов

Самарский государственный аэрокосмический университет имени академика С.П. Королёва
(национальный исследовательский университет)

Поступила в редакцию 22.10.2014

В статье рассматривается средство обеспечения испытаний - имитатор тепловых источников излучения, в котором имитация происходит за счет воспроизведения сигнатуры теплового источника излучения, с целью обеспечения отработки технических решений автоматического обнаружения и распознавания тепловых объектов в оптико-электронных приборах или приборах пеленгации, в диапазонах спектра от ультрафиолетового до инфракрасного, с учетом внешних возмущающих факторов.

Ключевые слова: имитатор, излучение, тепловые источники, испытания.

В настоящее время комплексные оптоэлектронные приборы и системы наблюдения и контроля поведения реального объекта в оптических спектральных диапазонах от ультрафиолетового до инфракрасного, активно применяются как в промышленности, так и в военной технике. [1-3]. Например для отработки технических решений в оптико-электронных приборах (ОЭП) бортового комплекса обороны или основных тактико-технических характеристик приборов пеленгации, при автоматическом обнаружении и распознавании тепловых объектов, требуются полигонные испытания с реальным применением самолетов, вертолетов, пусками ракет и т.д. Испытания необходимо проводить для различных ракурсов, дальностей и атмосферных условий, что является весьма затратно.

Каждый тепловой объект обладает своей сигнатурой. Под сигнатурой подразумевается специальный набор параметров излучения, таких как сила и спектральный состав излучения объекта, его размеры и координаты местоположения, энергетическая яркость и контрастность на фоне контролируемого пространства, распределение яркостно-энергетических характеристик по площади наблюдения и их статистическая оценка, которые характеризуют тепловой объект в условиях климатических и электромагнитных помех.

Патентный обзор показал, что среди отечественных изобретений существуют несколько имитаторов [4-6], с помощью которых возможно воспроизведение тепловых объектов, но в очень узком круге условий. За рубежом сильно продвинулись в данной области, особенно в Германии и Израиле. Можно выделить ультрафиолетовый

имитатор ракетной атаки "UV LED Manilla", работающий в УФ области спектра и испытательную установку приёмника лазерного облучения "Hydra", работающую в ИК области спектра [7]. Однако эти имитаторы решают задачи в одной области спектра (УФ или ИК). В статье [8] дан обзор моделей сигнатур и уравнений визуализации, реализованных в OSMOSIS (военная академия королевства Бельгии) и DIRSIG (технологический институт Рочестера), где приходят к выводу, что даже самое поверхностное исследование обнаруживает множество факторов, влияющих на сигнатуры объектов реального мира. Такие факторы как спектральная излучающая способность, зеркальное отражение, отраженный прямой солнечный свет, отраженный рассеянный свет, снижение характеристик в атмосфере и другие оказывают влияние на представление мгновенной сигнатуры объекта. Сигнатура изменяется в динамическом отношении как результат внутренних и внешних воздействий на объект, таких как тепловой баланс, внутренние источники тепла, аэродинамический нагрев (для воздушных объектов), электропроводность, конвекция и излучение. Для точной визуализации сигнатуры объекта в компьютерной имитации должны учитываться все её элементы.

Любая модель (физическая или математическая) может заменить реальный объект лишь с какими-то поправками или допущениями, так как при испытаниях в реальных условиях влияет значительная часть внешних возмущающих факторов. Модели описывают сигналы, поступающие на вход ОЭП от наблюдаемых или контролируемых объектов, фонов и помех, а также преобразовывают эти сигналы в среде их распространения от источника до входа ОЭП. Эти модели одни из наиболее сложных, поскольку большое число возможных сценариев работы ОЭП требуют достаточно строгого описания физических процессов

Перцович Александр Сергеевич, аспирант кафедры электротехники. E-mail: passatara@yandex.ru

Скворцов Борис Владимирович, доктор технических наук, профессор, научный руководитель НИЛ «Аналитические приборы и системы». E-mail: aps@ssau.ru

возникновения и распространения оптических сигналов. Многомерность оптических сигналов и ряд других факторов затрудняют их адекватное математическое воспроизведение, заметно усложняя компьютерную модель. Идеальным имитированием является создание оптической модели в ОЭП и полностью совпадает с поведением реального объекта. Для этого необходим имитатор который бы максимально точно воспроизводил тепловые объекты в диапазонах спектра от ультрафиолетового до инфракрасного, в том числе использовался в процессе тестирования аппаратуры идентификации тепловых объектов.

В статье [9] рассмотрен блок имитаторов пуска ракет предназначенный для автоматического обнаружения и распознавания тепловых объектов. Составной частью данного блока является имитатор на базе матрицы УФ светодиодов, который позволяет воспроизводить не менее восьми различных сигнатур излучения типовых объектов в широком оптическом диапазоне. Уникальность этого имитатора заключается в том, что он содержит микроконтроллер с возможностью записи кодов сигнатур N тепловых объектов, а так же в том, что можно достаточно быстро поменять диапазон спектра, заменив источник оптического излучения. С помощью пульта управления происходит включение программ имитации N_i типового объекта. На рис. 1 показана

функциональная схема имитатора тепловых источников излучения.

Управление всеми процессами в имитаторе происходит через микроконтроллер (2). С персонального компьютера, который подключен к микроконтроллеру осуществляется запись сигнатур в его память. Так же к микроконтроллеру подключен пульт управления (1), представляющий собой цифровой монитор, на котором отражаются установленный номер сигнатуры и процент ослабления мощности, выставляемые кнопками управления. С микроконтроллера (2), через ЦАП (3), на блок преобразователей “напряжение – ток” (4) подаётся напряжение (0 - 2,5V), меняющиеся во времени $U(t)$ в соответствии с выбранной сигнатурой.

В ячейках памяти микроконтроллера (2) заложены числовые значения напряжения и времени соответствующие значению характерных точек 1,2,...5, которые в свою очередь соответствуют коду сигнатуры конкретного типового объекта, показанного на графике $U(t)$ (см. “а” на чертеже), характеризующего ход излучения теплового объекта (ракет и других воздушных и наземных целей), что позволяет воспроизводить имитацию движения объекта. Сигнатура реализуется путём изменения яркости светодиодов ($D_1, D_2 \dots D_n$), которая является запрограммированной зависимостью напряжения от времени в микроконтроллере (2). При этом, характерные изменения суммарной яркости излучения совпадают с

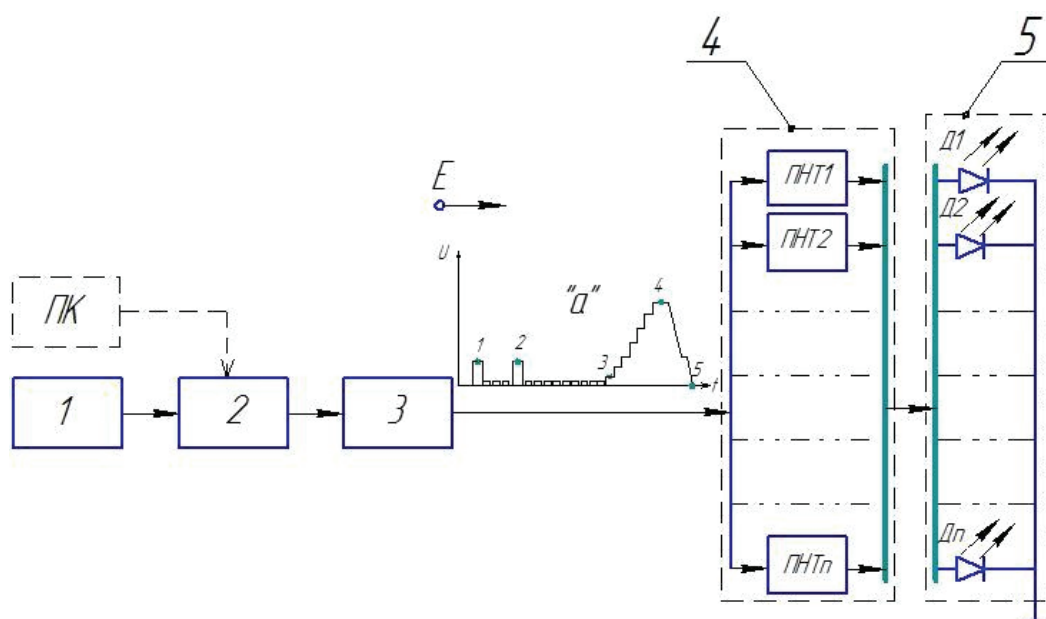


Рис. 1. Функциональная схема имитатора тепловых источников излучения:

1 – пульт управления; 2 – микроконтроллер; 3 – цифровой аналоговый преобразователь (ЦАП); 4 – блок преобразователей “напряжение - ток” (БП-НТ); 5 – источник оптического излучения. Дополнительные надписи на рисунке: E - источник питания; ПНТ-1, ПНТ-2 ... ПНТ- n – преобразователи “напряжение - ток”; $D_1, D_2 \dots D_n$ – диоды оптического излучения; “а” – амплитудно-временная диаграмма сигнатуры $U(t)$ с характерными точками 1,2,...5; ПК - персональный компьютер

амплитудно-временной диаграммой на рисунке 1 (график “а”), что соответствует режиму имитации одного из N_i типовых объектов, сигнатура которого определяется командой с пульта управления. Возможно удаление сигнатур в микроконтроллере (2), и запись с ПК других сигнатур, необходимых для конкретных задач имитации.

Имитатор реализуется на основе инфракрасных диодов типа ЗЛ1107А, светодиодов типа SDM (белый свет) или ультрафиолетовых диодов типа UVTOP280HS и стандартных радиотехнических компонентов. Мощность излучения имитатора пропорциональна количеству светодиодов и определяется конкретными требованиями к аппаратуре идентификации тепловых объектов. Практически количество диодов может быть в пределах 5 - 10. Дальность имитации до 5000 метров.

Помимо воспроизведения сигнатур ракет и других наземных и воздушных целей, что приводит к новым функциональным возможностям имитации, за счет сигнатуры решается задача идентификации теплового объекта, что соответственно позволит его применять при отработке и проверке алгоритмов определения и распознавания тепловых объектов с учетом внешних возмущающих факторов, отработки технических решений в ОЭП бортового комплекса обороны а также применять имитатор в ходе проведения полигонных испытаний и как учебно-тренировочное оборудование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Смирнов В.П.* Эффективность комплексов разноканальных изображений при опознавании объектов // *Оптический журнал*, 1992. №2. С. 20-24.
2. *Тарасов В.В., Якушенков Ю.Г.* Многоспектральные оптико-электронные системы // *Специальная техника*. 2002. №4. С. 56-62.
3. *Карасик В.Е., Орлов В.М.* Лазерные системы видения. М.: МГТУ. 2001. 352 с.
4. *Салин В.И., Степанов А.И., Шеволдин В.А., Шнырев А.Д.* Имитатор движущейся точки, патент № 2057356 от 26.10.1992 г.
5. *Кузнецов В.М., Энтин А.П., Феруленков А.В., Сосна А.В., Костяев В.В., Махонин В.В.* Имитатор движущейся цели, патент № 2239773 от 17.02.2003 г.
6. *Громов В.В., Липсман Д.Л., Петров И.Я., Пикалин С.А., Прокуда И.А., Тонкачев В.В.* Имитатор воздушных целей, патент № 2442947 от 11.10.2010 г.
7. *Systems Integration Laboratory Testers* // URL: http://www.esldefence.co.uk/products/sys_int_lab_testers.html (дата обращения 20.09.2014).
8. *Cornelius J. Willers, Maria S. Willers and Fabian Lapierre.* Signature Modelling and Radiometric Rendering Equations in Infrared Scene Simulation Systems // SPIE 8187, Technologies for Optical Countermeasures VIII, 81870R (7 October 2011). URL: <http://spie.org/Publications/Proceedings/Paper/10.1117/12.903352> (дата обращения 20.09.2014).
9. Блок имитаторов пуска ракет переносного зенитно-ракетного комплекса / *В.В.Бутузов, Б.В.Скворцов, А.С.Перцович, В.А.Носиков, Т.А.Ершова* // *Известия Самарского научного центра РАН*. 2013. Т.15. №6. С.193-196.

THERMAL OBJECT SIMULATOR

© 2014 A.S. Pertsovich, B.V. Skvortsov

Samara State Aerospace University named after Academician S.P. Korolyov
(National Research University)

A test device that is a thermal object simulator where simulation takes place by reproduction of heat source signature with the aim of development of the technology of thermal target auto detection and identification in optoelectronic or direction-finding devices in ultraviolet to infrared spectra considering the target background environment is presented in this work.

Key words: simulator, thermal radiation, thermal object, test device.