

Д. В. КИРИЧЕНКО, А. А. ГЛУЩЕНКО, К. К. МАСЛОВ, К. И. УПИТИС

МОДЕЛИРУЮЩИЙ СТЕНД ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ БОРТОВЫХ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ ИМИТАЦИИ ФОНОЦЕЛЕВОЙ ОБСТАНОВКИ

Рассматривается пример создания моделирующего стенда на основе жидкокристаллического монитора для испытания бортовых оптико-электронных систем малых космических аппаратов с использованием средств имитации фоноцелевой обстановки. Приводятся результаты применения данного стенда в составе информационной модели малых космических аппаратов.

Ключевые слова: моделирующий стенд, фоноцелевая обстановка, структура модели, бортовая оптико-электронная система, имитатор.

Неотъемлемой частью процесса ввода в эксплуатацию малых космических аппаратов (МКА) является проведение их испытаний и доработок, а также исследование эффективности их бортовых систем на Земле в условиях, близких к реальным. В целях снижения финансовых затрат на проведение автономных и комплексных испытаний элементов МКА разработан стенд для полунатурной отработки их бортовых оптико-электронных систем (ОЭС) с использованием имитатора фоноцелевой обстановки (ФЦО) на основе жидкокристаллического (ЖК) дисплея.

Данный стенд предназначен для формирования модели ФЦО в поле зрения бортовых ОЭС с заданными тактико-техническими характеристиками (ТТХ) с учетом процессов функционирования систем управления движением МКА.

Стенд для испытания бортовых ОЭС МКА с использованием имитатора ФЦО на основе ЖК-дисплея представляет собой программно-аппаратный комплекс, построенный с применением современных сетевых технологий. Аппаратная часть предназначена для формирования с помощью ЖК-дисплея в поле зрения ОЭС КА оптического изображения объектов ФЦО. Программное обеспечение имитирует условия, близкие к реальным, путем моделирования ФЦО на ЖК-мониторе, а также углового и пространственного движения МКА относительно объектов наблюдения. При разработке стенда МКА применялась их программно-аппаратная модель, построенная на базе ПЭВМ, аналоговой камеры и программно-алгоритмических средств.

Выбранный вариант стенда состоит из аппаратной и программно-алгоритмической частей.

1. Аппаратная часть включает следующие компоненты:

1) имитатор фоноцелевой обстановки:

- ПЭВМ моделирования ФЦО,
- устройство отображения ФЦО (ЖК-монитор),
- комплект кабелей;

2) имитатор информационной системы МКА:

- оптико-электронная система приема изображения, сформированного имитатором ФЦО (камера),
- ПЭВМ обработки принятого изображения и формирования результатов обработки,
- комплект кабелей;

- 3) рабочее место оператора управления режимами работы и условиями наблюдения:
 - устройство ввода для задания режимов работы и условий наблюдения,
 - устройство отображения результатов измерений (монитор),
 - комплект кабелей.
2. Программно-алгоритмическая часть включает:
 - 1) имитатор ФЦО, выполняющий следующие функции:
 - формирование по результатам оценки астрономо-баллистических условий движения МКА запросов в базы данных по ФЦО для выбора требуемых координатных и некоординатных характеристик объектов в поле зрения ОЭС МКА,
 - расчет углового положения объектов ФЦО относительно оптической оси ОЭС МКА в пределах ее поля зрения и углов возможной переориентации,
 - определение для каждого объекта ФЦО значения „сигнала“, необходимого для его адекватного представления при проекции на экран монитора,
 - пересчет в процессе моделирования координатных и некоординатных данных в соответствии с изменением условий наблюдения,
 - расчет изображения объекта ФЦО в ближней зоне наблюдения с использованием его яркостного портрета или 3D-модели;
 - 2) имитатор бортовой информационной системы МКА, выполняющий функции:
 - последовательного считывания кадров изображения, принятых ОЭС,
 - предварительной обработки кадров,
 - пороговой обработки кадров и обнаружения объектов ФЦО,
 - автоматического захвата объектов по результатам пороговой обработки нескольких последовательных кадров,
 - сопровождения обнаруженных объектов, обработки изображения внутри каждого строка сопровождения с измерением угловых координат сопровождаемых объектов и скорости их изменения, а также оценкой суммарной яркости сопровождаемых объектов,
 - проведения координатной и некоординатной селекции объектов на основании информации, полученной в ходе обработки изображений,
 - подготовки и выдачи результатов обработки.

Структура стенда моделирования ОЭС МКА показана на рис. 1.

Для оценки возможности получения в оптическом тракте сигналов, соответствующих значениям моделируемой имитатором ФЦО яркости объектов в поле зрения ОЭС МКА в определенном диапазоне значений дальности, на стенде были проведены следующие исследования.

С помощью имитатора ФЦО в окрестности центра поля зрения ОЭС формировался неподвижный точечный источник излучения с силой излучения, близкой к нулю. По результатам серии кадров наблюдения программно-аппаратная модель информационной системы КА формировала выборку данных измерений освещенности, создаваемой средствами имитации ФЦО на входном зрачке ОЭС E_i [см. лит.]. По выборке из n измерений осуществлялась оценка среднего значения освещенности \bar{E} , создаваемой источником с силой излучения J на входном зрачке ОЭС, и ее среднего квадратического отклонения $\sigma_{\bar{E}}$:

$$\bar{E} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i,$$

$$\sigma_{\bar{E}} = \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\bar{E} - E_i)^2 \right]^{1/2}.$$

Полученные данные поступали по сети к имитатору ФЦО для сопоставления полученных оценок с моделируемой силой излучения объекта и сохранения этих результатов на диск, после чего сила излучения объекта в поле зрения ОЭС увеличивалась имитатором ФЦО на определенное значение и цикл измерений повторялся. Сила излучения объекта увеличивалась до максимального значения, определяемого диапазоном программного изменения яркости одного пиксела и введенным ограничением на число пикселов, формирующих точечный объект излучения.

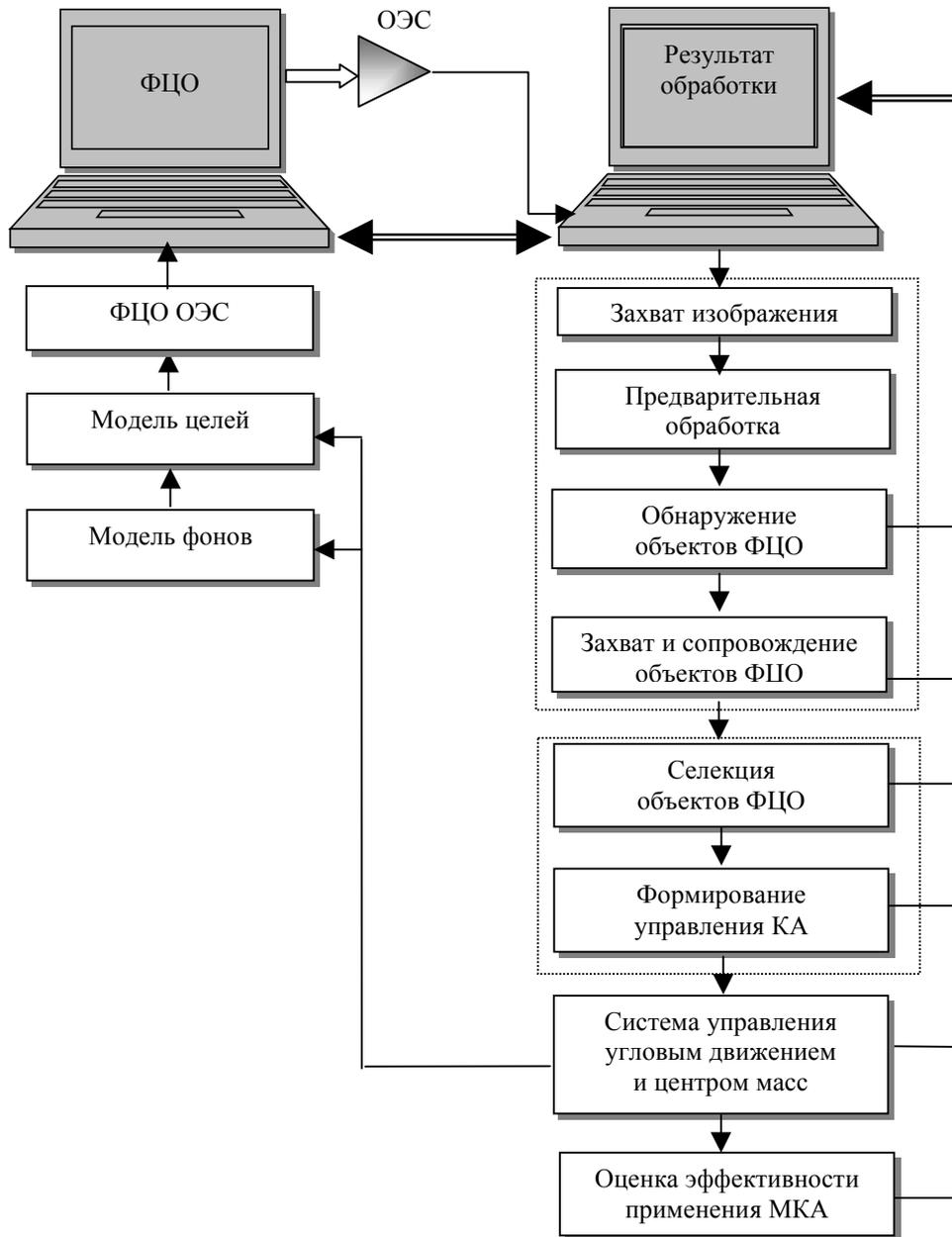


Рис. 1

Исследования повторялись при различных параметрах яркости и контрастности средства имитации (ЖК-монитор) и ОЭС, в качестве которой использовались две разные модели аналоговых камер. Результаты, полученные при разных характеристиках стенда, оказались идентичными и отличались лишь разницей по уровню между моделируемой силой излучения и измеренной в оптическом тракте информационной модели КА (на выходе автомата захвата и сопровождения объектов ФЦО). Кроме того, в данной реализации стенда удалось добиться практического совпадения имитируемых характеристик (кривая 1) с измеренными (кривая 2),

не прибегая к математическим средствам аппроксимации, а только с помощью изменения параметров средства имитации ФЦО и ОЭС (рис. 2).

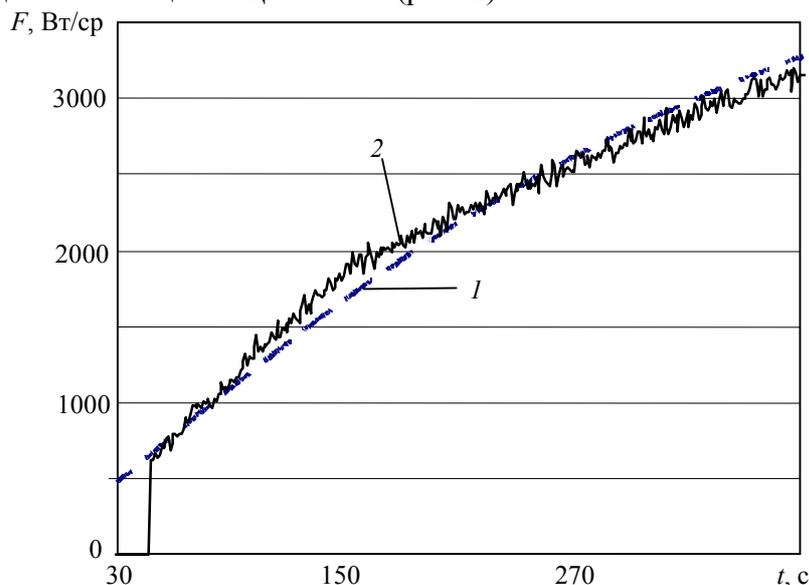


Рис. 2

По результатам проведенных измерений был сделан вывод о том, что оптическое излучение, формируемое средствами имитации стенда, может адекватно отражать моделируемые характеристики излучения объектов ФЦО и с приемлемой точностью восприниматься оптико-электронными системами. Это свидетельствует о возможности создания условий функционирования ОЭС, близких к реальным, на Земле с применением аналогичных программно-аппаратных средств и моделирующих стендов для отработки бортовых алгоритмов управления МКА еще на этапе проектирования с применением ОЭС-аналогов, либо уже на готовом изделии.

ЛИТЕРАТУРА

Мирошников М. М. Теоретические основы оптико-электронных приборов. Л.: Машиностроение, 1983. 696 с.

Сведения об авторах

Дмитрий Валерьевич Кириченко

— канд. техн. наук; 4-й ЦНИИ Минобороны России, Санкт-Петербург, начальник отдела; E-mail: dvkey@rambler.ru

Андрей Александрович Глущенко

— 4-й ЦНИИ Минобороны России, Санкт-Петербург, научный сотрудник; E-mail: andrglu@mail.ru

Константин Константинович Маслов

— Войсковая часть 53145, Москва, старший офицер отдела; E-mail: conmaslov2008@yandex.ru

Константин Илмарович Упитис

— 4-й ЦНИИ Минобороны России, Санкт-Петербург, научный сотрудник

Рекомендована Ученым советом
ВКА им. А. Ф. Можайского

Поступила в редакцию
20.10.08 г.