

УДК 681.518.52

**Программное обеспечение для управления оптическим стендом
фоно-целевой обстановки**

С. Б. Багдасаров, И. В. Богданов, А. Н. Величко, Т. А. Константинова,
П. А. Сенченков, А. В. Степовой

Настоящая статья посвящена разработанному в АО «КБточмаш им. А. Э. Нудельмана» специализированному программному обеспечению. Оно предназначено для управления стендом формирования фоно-целевой обстановки в поле зрения оптико-электронных приборов. Стенд позволяет исследовать характеристики изделий связанные с обнаружением и захватом объектов наблюдения, моделировать работу оптико-электронных систем от ультрафиолетовой до дальней инфракрасной области спектра, а также отрабатывать алгоритмы пространственной и спектральной селекции. Приведены фотографии элементов интерфейса и состав стенда. Предложены пути дальнейшего развития программного обеспечения.

PACS: 42.87.-d.

Ключевые слова: программное обеспечение, алгоритмы, стенд, фоно-целевая, оптико-электронные, инфракрасные, селекция.

Введение

В настоящее время одна из основных задач прикладного программирования в области отечественного приборостроения состоит в создании специализированного программного обеспечения для управляющих устройств (моноблоки, планшеты и смартфоны) под новейшие операционные системы и на современных языках программирования [1]. Такая задача актуальна и для исследований характеристик оптико-электронных систем (ОЭС) как в лабораторных условиях, так и при натурных испытаниях.

Настоящая статья посвящена разработанному в АО «КБточмаш им. А. Э. Нудельмана» специализированному программному обеспечению.

Багдасаров Станислав Борисович, начальник отдела.
Богданов Игорь Владимирович, инженер-конструктор 2 кат.
Величко Александр Николаевич, начальник сектора.
Константинова Татьяна Александровна, инженер 1 кат.
Сенченков Павел Алексеевич, инженер 1 кат.
Степовой Александр Васильевич, заместитель начальника конструкторско-производственного комплекса.
АО «КБточмаш им. А. Э. Нудельмана».
Россия, 117342, Москва, ул. Введенского, 8.
E-mail: 225434331@mail.ru; bogdanov113@gmail.com;
vell10909@rambler.ru; const_g@rambler.ru; ddq1@rambler.ru;
step17a@rambler.ru

Статья поступила в редакцию 27 июня 2016 г.

© Багдасаров С. Б., Богданов И. В., Величко А. Н.,
Константинова Т. А., Сенченков П. А., Степовой А. В., 2016

Оно предназначено для управления стендом формирования фоно-целевой обстановки в поле зрения оптико-электронных приборов.

Описание работы и состав стенда

Разработанное программное обеспечение (ПО) предназначено для управления стендом формирования фоно-целевой обстановки (ФЦО) в поле зрения оптико-электронных приборов (ОЭП). Стенд построен на элементах оптической скамьи ОСК-2ЦЛ и позволяет исследовать характеристики изделий связанные с обнаружением и захватом объектов наблюдения, моделировать работу от ультрафиолетовой до дальней инфракрасной (ИК) области спектра, а также отрабатывать алгоритмы пространственной и спектральной селекции, изменяя как размер, так и форму источников излучения (ИИ).

Стенд ФЦО размещён в специальной камере, где в зависимости от задач воздушная среда замещается на азотную или создаётся вакуум (вплоть до 10^{-6} мм рт.ст.). Размеры камеры (диаметр 2,5 м и глубина 3 м) позволяют размещать в ней большой объём оборудования. Основные элементы стенда:

- четыре абсолютно чёрных тела (АЧТ);
- ИИ в ультрафиолетовом (УФ) и видимом (ВД) диапазонах (световые приборы с соответствующим спектром излучения);

- наборы диафрагм различного размера и формы;
- зеркальный коллиматор;
- система плоских зеркал;
- посадочное место (место крепления) исследуемого ОЭП.

Фотография станда ФЦО в процессе сборки представлена на рис. 1.

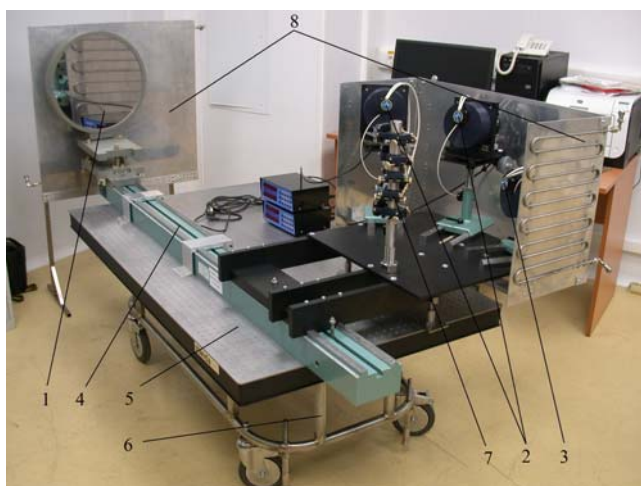


Рис. 1. Стенд ФЦО в процессе сборки: 1 — коллиматор; 2 — АЧТ; 3 — ИИ УФ- и ВД-диапазонов; 4 — станция; 5 — оптическая содовая столешница; 6 — тележка; 7 — система плоских зеркал; 8 — термозкраны.

В оптической системе станда применена чисто зеркальная оптическая схема [2], что позволяет свести к минимуму монохроматические аберрации, а также избежать необходимости коррекции хроматических аберраций [3], что крайне важно для приборов, работающих в широком спектральном диапазоне. Кроме того, при работе в дальней ИК-области спектра снижаются требования к качеству поверхности (в данном случае, к параболической) в связи с соответствующим ростом значений длин волн [4].

Параболический длиннофокусный зеркальный коллиматор передаёт изображение неподвижных ИИ, которые установлены в его фокальной плоскости, на входной зрачок исследуемого ОЭП.

Для уменьшения габаритных размеров станда, а также для устранения центрального экранирования используется система плоских зеркал [5]. Оправы коллиматора, каждого плоского зеркала и источников снабжены угловыми юстировками в двух взаимноперпендикулярных плоскостях.

Стенд устанавливается, как было отмечено ранее, в специальной камере. Её фотография представлена на рис. 2.



Рис. 2. Криотермовакуумная камера.

Замещение внутренней среды позволяет проводить работы в требуемом спектральном диапазоне без искажения излучения вследствие поглощения атмосферы [6]. Для устранения влияния собственного излучения внутреннего объёма камеры, а также конструктивных элементов станда в камере располагаются термозкраны. Они покрыты чёрной глубокоматовой эмалью, а на обратной их стороне закреплены трубки, по которым прокачивается теплоноситель — хладагент внешнего контура (возможно применение чистого этанола). Для плотного прилегания труб к поверхности экранов использовалось газодинамическое напыление. Всё это позволяет создавать равномерный и однородный фон в поле зрения ОЭС с минимальным уровнем теплового излучения.

ФЦО формируется четырьмя абсолютно чёрными телами АЧТ (для работы в ИК-области) и световыми приборами (для УФ- и ВД-диапазонов). Размер изображений на матрице исследуемого изделия определяется, в конечном счёте, размерами диафрагм, установленных в оправе источников. Диапазон уставок температуры чёрных тел составляет от минус 20 до плюс 110 °С, с разрешающей способностью 0,01 °С [7].

Программное обеспечение

Управление стандом ФЦО осуществляется с помощью специально разработанного ПО [8]. Алгоритмы ПО реализованы средствами современной платформы Visual Studio 13 на языке C# [9]. Интерфейс выполнен под моноблок и операционную систему Microsoft Windows 10 [10] на языке XAML, с возможностью сенсорного управления программой. Скриншот интерфейса (виртуальный пульт контроля) показан на рис. 3.

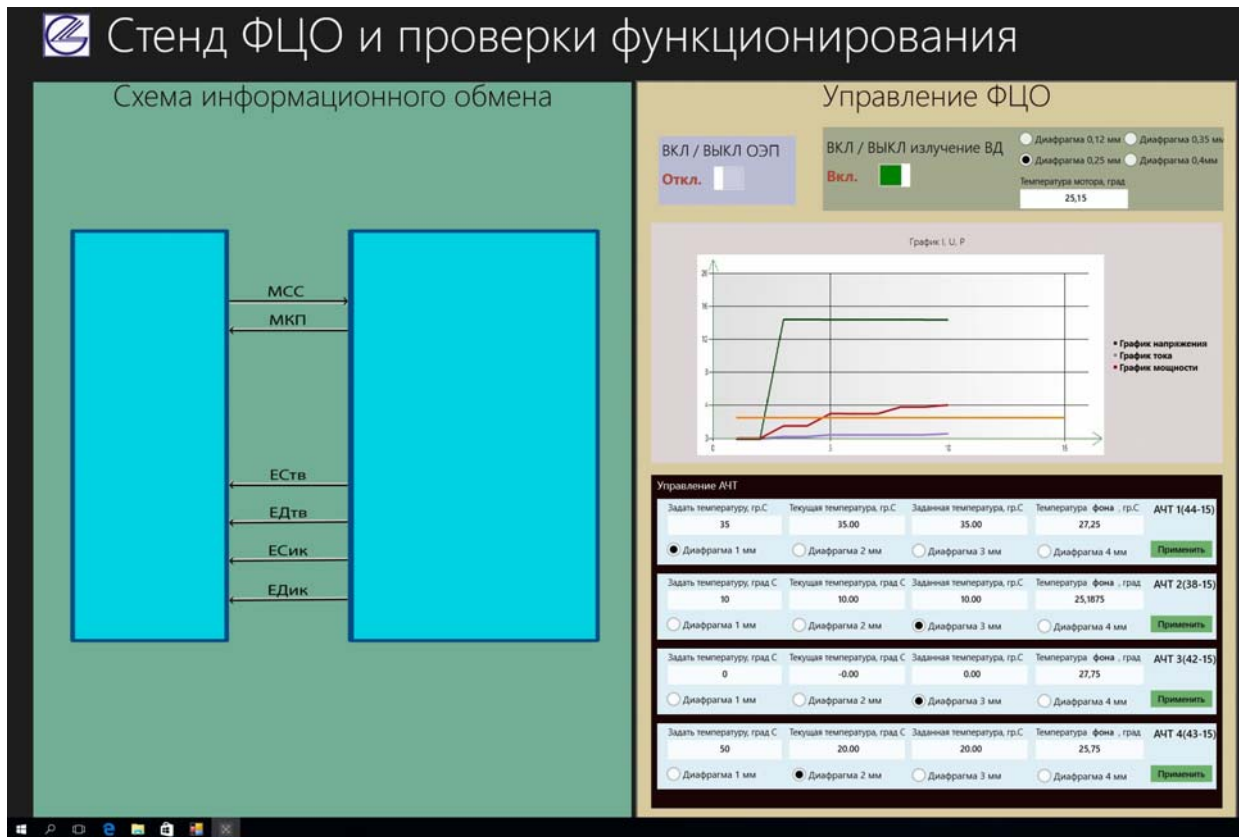


Рис. 3. Интерфейс ПО управления стендом ФЦО.

Современный язык интерфейса XAML обеспечивает использование сенсорного управления и обладает рядом достоинств [11]:

- увеличивается быстродействие внутренних процессов и скорость исполнения алгоритмов программы;
- повышается удобство и быстрота управления ПО для оператора;
- появляется возможность управления с помощью сенсорных экранов;
- становится возможным разработка адаптивных приложений под моноблоки, ноутбуки, планшеты и смартфоны;
- имеется полная поддержка последних современных операционных систем: Windows 8 и выше.

Виртуальная панель позволяет с помощью многопоточных алгоритмов регулировать температуру и размер диафрагмы каждого источника по отдельности, для имитации истинных и ложных объектов. Применение многопоточных алгоритмов обусловлено необходимостью непрерывного информационного обмена (температура текущая/заданная источника, температура фона и состояние работы светового прибора) между четырьмя АЧТ и моноблоком.

Интерфейс ПО отображает следующую информацию:

- схема информационного обмена между ОЭП и контрольной аппаратурой;

- температура фона каждого ИИ;
- графики напряжения, тока и мощности ОЭП;
- текущая и заданная температура четырех чёрных тел и размеры активных диафрагм;
- индикаторы состояния работы светового прибора, чёрных тел и ОЭП.

В конструкции всех ИИ предусмотрены моторизированные обоймы с диафрагмами различного размера, позволяющие проводить проверки пространственной селекции прибора. Переключение между диафрагмами производится также на виртуальном пульте контроля.

Заключение

Разработанный стенд позволяет эффективно исследовать возможности алгоритмов обнаружения и селекции современных и перспективных оптико-электронных систем. Стенд ФЦО аттестован метрологической службой предприятия в качестве испытательного оборудования. Перспективным видится перенос («портирование») данного ПО на мобильные устройства (планшеты и смартфоны) для упрощения общего порядка использования стенда, уменьшения времени развёртывания рабочего места, требований к квалификации оператора и т.д.

ЛИТЕРАТУРА

1. Фомин М. Д., Колесниченко В. И., Корниенко В. В. Возможные перспективы развития автоматизированных систем на базе современных средств вычислительной техники связи. — Произ.-техн. сб. «Радиопромышленность». 2007. Вып. 2.

2. Федосеев В. И., Колосов М. П. Оптико-электронные приборы ориентации и навигации космических аппаратов. — М.: Логос, 2007.

3. Можаров Г. А. Теория аберраций оптических систем. — СПб.: Лань, 2013.

4. Андреев А. Н., Гаврилов Е. В., Ишанин Г. Г., Кирилловский В. К., Прокопенко В. Т., Томский К. А., Шерешев А. Б. Оптические измерения. — М.: Университетская книга; Логос, 2008.

5. Запругаева Л. А., Свешникова И. С. Расчёт и проектирование оптических систем. — М.: МИИГАиК, 2009.

6. Тарасов В. Г., Якушенков Ю. Г. Инфракрасные системы «смотрящего» типа. — М.: Логос, 2004.

7. Модель абсолютно чёрного тела АЧТ-6А. — Н.: Элир, 2015.

8. Багдасаров С. Б., Богданов И. В., Величко А. Н., Константинова Т. А., Сенченков П. А., Степовой А. В. / Труды XXIV Международной научно-технической конференции и школы по фотоэлектронике и приборам ночного видения. — М.: АО «НПО «Орион», 2016. С. 262—264.

9. Гриффитс И. Программирование на C# 5.0. — М.: Эксмо, 2014 [Griffiths Ian. Programming C# 5.0. — Sebastopol: O'Reilly Media, Inc., 2012].

10. Wilson K. Fundamentals of Windows 10. — Windes: Elluminet Press, 2015.

11. Петцольд Ч. Программирование для Microsoft Windows 8. 6-е изд. — СПб.: Питер, 2014 [Petzold Charles. Programming Windows. 6th Edition. — Redmond: Microsoft Press, 2013].

Software for optical bench of background and target situation control

*S. B. Bagdasarov, I. V. Bogdanov, A. N. Velichko, T. A. Konstantinova,
P. A. Senchenkov, and A. V. Stepovoy*

Nudelman Precision Engineering Design Bureau
8 Vvedenskogo str, Moscow, 117342, Russia
E-mail: 225434331@mail.ru; bogdanov113@gmail.com; vel110909@rambler.ru;
const_g@rambler.ru; ddq1@rambler.ru; step17a@rambler.ru

Received June 27, 2016

The present report is devoted to the developed software in Nudelman Precision Engineering Design Bureau, Inc. The developed software is intended for control of background and target situation forming bench in optronic devices field of view. The bench allows to research items characteristics related to detection and acquisition of object under observation, to model operation of optronic systems from UV to short-wavelength IR and also work through algorithms of spatial and spectral selection. Photos of elements of the interface and stand structure are resulted. Ways of the further development of the software are offered.

PACS: 42.87.-d.

Keywords: software, algorithms, stand, target environment, optoelectronic, infrared, selection.

REFERENCES

1. M. D. Fomin, V. I. Kolesnichenko, and V. V. Kornienko, *Vozmozhnye perspektivy razvitiya avtomatizirovannykh sistem na baze sovremennykh sredstv vychislitel'noy tekhniki svyazi* (Proiz. – tehn. sb., Radiopromyshlennost", 2007) [in Russian].
2. V. I. Fedoseev and M. P. Kolosov., *Optiko-jelektronnyye pribory orientacii i navigacii kosmicheskikh apparatov* (Logos, Moscow, 2007) [in Russian].
3. G. A. Mojarov, *Teoriya aberracij opticheskikh sistem* (Lan", Saint-Petersburg, 2013) [in Russian].
4. A. N. Andreev, E. V. Gavrilov, G. G. Ishanin, V. K. Kirillovskij, V. T. Prokopenko, K. A. Tomskij, and A. B. Shereshev, *Opticheskie izmerenija* (Universitetskaja kniga, Logos, Moscow, 2008) [in Russian].
5. L. A. Zaprugajeva and I. S. Sveshnikova, *Rashjot i proektirovanie opticheskikh sistem* (MIIGAiK, Moscow, 2009) [in Russian].
6. V. G. Tarasov, and U. G. Jakushenkov, *Infrakrasnye sistemy smotryashhego tipa* (Logos, Moscow, 2004) [in Russian].
7. *Model' absolutno chernogo tela ACHT-6A* (Elir, Novosibirsk, 2015) [in Russian].
8. S. B. Bagdasarov, I. V. Bogdanov, A. N. Velichko, T. A. Konstantinova, P. A. Senchenkov, and A. V. Stepovoy, in *Proceedings XXIV International Scientific and Engineering Conference on Photoelectronics and Night-Vision Devices* (Orion, Moscow, 2016) pp. 262–264.
9. Ian Griffiths, *Programming C# 5.0* (O'Reilly Media, Inc., Sebastopol, 2012; Jeksmo, Moscow, 2014).
10. Wilson Kevin, *Fundamentals of Windows 10*. (Elluminet Press, Widnes, 2015).
11. Petzold Charles, *Programming Windows. 6th Edition* (Microsoft Press, Redmond, 2013, Piter, Saint Petersburg, 2014).