

**А. В. Шукалов**<sup>1, 2</sup>, ген. директор, доц., aviation78@mail.ru,

**И. О. Жаринов**<sup>1, 2</sup>, д-р техн. наук, доц.,

руководитель учебно-научного центра, зав. кафедрой, igor\_rabota@pisem.net,

**О. О. Жаринов**<sup>3</sup>, канд. техн. наук, доц., zharinov73@hotmail.ru,

**М. О. Костишин**<sup>2</sup>, аспирант, job.max@me.com,

**В. А. Нечаев**<sup>1, 2</sup>, главный конструктор, доц., postmaster@elavt.spb.ru,

<sup>1</sup> Санкт-Петербургское ОКБ "Электроавтоматика" имени П. А. Ефимова,

<sup>2</sup> Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики (Университет ИТМО),

<sup>3</sup> Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения (ГУАП)

## Алгоритмы формирования индикационного кадра авионики с использованием системы автоматизированного проектирования SCAD

*Рассматривается задача проектирования индикационных кадров авионики в системе автоматизированного проектирования SCAD. Приводится схема автоматизированного рабочего места разработчика индикационных кадров. Предлагаются алгоритм формирования статического индикационного кадра в SCAD Display и алгоритм формирования динамического индикационного кадра в SCAD Suite.*

**Ключевые слова:** авионика, средства индикации, индикационный кадр, SCAD, алгоритмы проектирования

### Введение

Основным средством индикации пилотажно-навигационной информации на борту летательного аппарата (ЛА) в настоящее время является многофункциональный цветной индикатор (МФЦИ). МФЦИ представляет собой [1–3] программно управляемое устройство, состоящее из набора конструктивно-функциональных модулей (вычислительного, ввода-вывода, графического, напряжений и пр.) и жидкокристаллической (ЖК) панели.

Изображение на ЖК панели формируется программно средствами графического модуля [4, 5] и состоит из последовательно сменяющихся друг друга индикационных кадров. Индикационный кадр — законченное информационное визуальное сообщение, которое в заданный момент времени может быть целиком размещено на экране ЖК панели МФЦИ. Индикационный кадр состоит из одного или нескольких фрагментов изображения — модулей изображения.

Модуль изображения — связанные между собой элементы изображения, которые характеризуются одинаковым правилом перемещения на экране. Модуль изображения может состоять из одного или нескольких элементов изображения. Элементы изображения — простейшие составляющие изображения, с помощью и на основе которых может

строиться любой модуль изображения и индикационный кадр. Элементом изображения являются, например, точка, символ (знак алфавита или цифра), линия, дуга, окружность и т. д.

Модуль изображения может быть статическим или динамическим. Статический модуль — модуль, в котором все элементы изображения в процессе формирования индикационного кадра не изменяют ни своего положения на экране, ни своего значения. Динамический модуль — модуль, в котором хотя бы один элемент изображения в процессе формирования изображения от одного индикационного кадра к другому изменяет свое положение на экране, либо числовое значение из-за движения ЛА.

Основная задача разработчика [6–8] индикационных кадров МФЦИ заключается в поиске инструментальных средств и в разработке алгоритмов, позволяющих автоматизировать процесс создания кода функционального программного обеспечения (ФПО), обеспечивающего вывод изображения пилотажно-навигационной информации на ЖК панель МФЦИ.

### 1. Автоматизированное рабочее место разработчика индикационных кадров

Система автоматизированного проектирования (САПР) SCAD, разработанная компанией Esterel

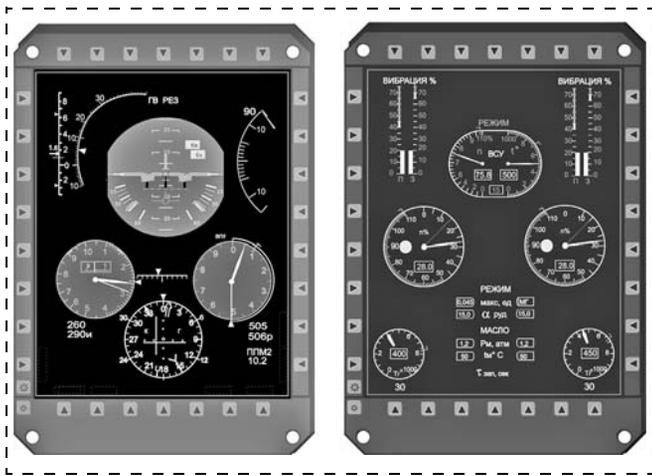


Рис. 1. Индикационные кадры авионики на экране МФЦИ, созданные в SCADE Display (примеры)

Technologies (США), включает программно реализованные инструментальные средства:

- SCADE Suite — среда для автоматизированной разработки, симуляции, верификации и генерации кода программ;
- SCADE LifeCycle — среда для автоматизированного документирования проектов и управления жизненным циклом проекта;
- SCADE System — среда для управления архитектурой проекта по стандартам SysML, Eclipse;
- SCADE Display — среда графического интерфейса САПР с поддержкой стандарта OpenGL Safety Critical, используемые разработчиками индикационных кадров для автоматизированной генерации кода ФПО, обеспечивающего вывод пилотажно-навигационной информации на ЖК панель МФЦИ. Примеры индикационных кадров МФЦИ, созданные в САПР SCADE, приведены на рис. 1.

Фрагменты кода ФПО формируются в САПР на основе принципа соответствия элементов изображения реализованной в SCADE Display библиотеки графических примитивов, отображаемых пользователю на инструментальной ЭВМ в виде шкал, дуг, окружностей, линий и пр. [9–11], упорядоченным массивам команд и данных, выполненным в синтаксисе языка С или Ada и сохраняемым пользователем на жестком диске инструментальной ЭВМ в виде текстовых файлов.

Пользователь SCADE Display имеет возможность рисовать на экране инструментальной ЭВМ желаемый индикационный кадр авионики, как, например, в графическом

редакторе Corel Draw или Visio, а программные средства SCADE Suite автоматически генерируют эквивалентный фрагмент кода ФПО в системе команд программно-управляемого графического контроллера МФЦИ, обеспечивающего построение на экране МФЦИ этого индикационного кадра.

Таким образом, пользователь САПР SCADE в составе автоматизированного рабочего места (АРМ) формирует статический индикационный кадр, соответствующий требованиям технического задания (ТЗ), с распределенными в пределах экрана "неподвижными" графическими примитивами и фрагмент кода ФПО для его построения на экране МФЦИ. Состав и основные компоненты АРМ приведены на рис. 2. АРМ включает компоненты программного, технического и информационного обеспечения САПР.

Динамику индикационному кадру, т. е. изменение на экране числовых значений пилотажно-навигационных параметров, соответствующее движению летательного аппарата, обеспечивает компонент SCADE System.

В компоненте SCADE System пользователю доступно виртуальное адресное пространство, в котором необходимо задать адреса физических устройств ввода-вывода МФЦИ и параметры протокола обмена данными МФЦИ с абонентами авиационного комплекса. Задание адресов устройств и параметров обмена необходимо для организации связи отображаемого на экране МФЦИ пилотажно-навигационного параметра и соответствующего ему источника информации, осуществляющего измерение на борту летательного аппарата.

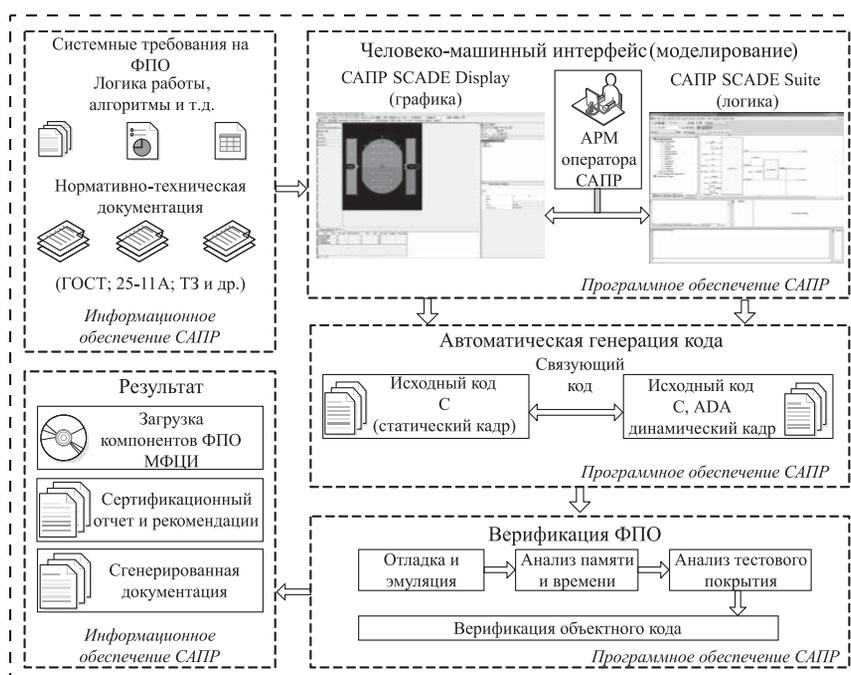


Рис. 2. Автоматизированное рабочее место пользователя САПР SCADE

## 2. Алгоритмы формирования статических и динамических индикационных кадров в САПР SCADA

Алгоритм, представленный на рис. 3, описывает работу разработчика индикационных кадров МФЦИ в САПР SCADA Display.

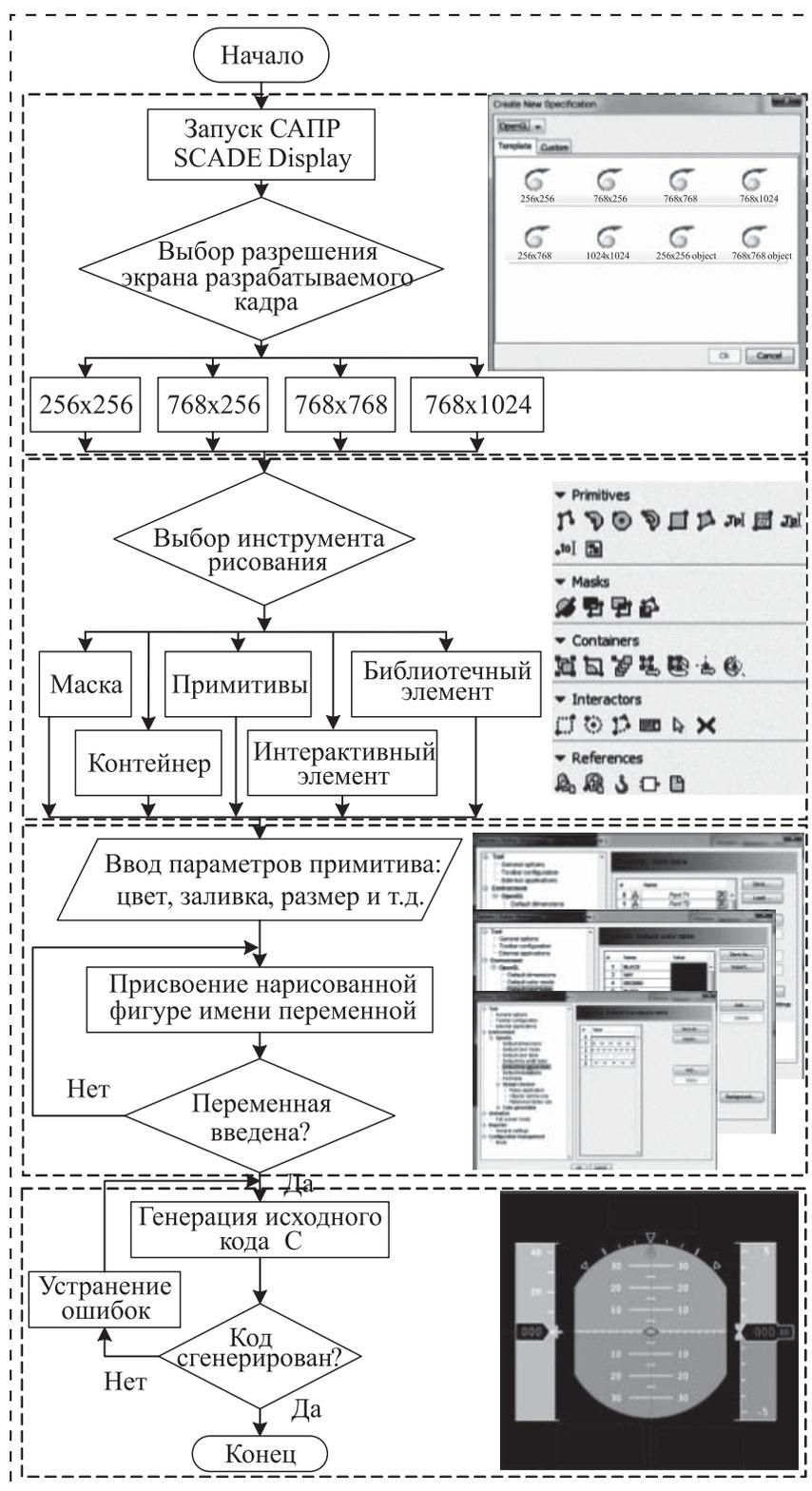


Рис. 3. Алгоритм формирования статического индикационного кадра МФЦИ в SCADA Display

После запуска SCADA Display разработчик осуществляет выбор в опции меню "Create New Specification" разрешения ЖК панели МФЦИ, на которую предполагается вывод разрабатываемого индикационного кадра. Пользователю доступны для выбора в опции меню следующие разрешения: 256 × 256, 256 × 768, 768 × 256, 768 × 768, 768 × 1024, 1024 × 1024 пикселей.

Установка разрешения имеет важное практическое значение, так как при фиксированных габаритных размерах ЖК панели один и тот же индикационный кадр, отображаемый на экране с разным разрешением, будет обладать различными показателями надежности восприятия индицируемой информации. При увеличении разрешения ЖК панели отображаемые на экране элементы изображения (например, символы или окружности) будут уменьшаться в размерах, линии станут более тонкими и т. д. Поэтому разработчику в процессе проектирования на экране инструментальной ЭВМ необходимо наблюдать индикационный кадр именно таким, каким он будет восприниматься летным составом в эксплуатации ЛА.

Для формирования статического индикационного кадра в распоряжении разработчика имеются опции специальной панели инструментов: "Primitives" (линия, круг, квадрат), "Masks" (маска), "Containers" (контейнер), "Inter actors" (интерактивные элементы), "References" (библиотека элементов), которые содержат мнемонические изображения графических примитивов, необходимых для подготовки автоматизированным способом индикационного кадра авионики.

Математические средства САПР SCADA Display позволяют каждому элементу изображения (линия, счетчик, шкала и т. д.) индикационного кадра МФЦИ присвоить значение параметра-переменной, которое заносится в генерируемый код ФПО и впоследствии передается в SCADA Suite для установления соответствия значения отображаемого на экране МФЦИ параметра результату измерения, получаемому от датчиков информационно-измерительной системы ЛА.

Каждому отображаемому элементу изображения, входящему в состав

индикационного кадра, разработчик устанавливает в пункте меню "Options" атрибуты: цвет, заливка, размер, пунктир, мерцание и т. д. Результатом работы разработчика с САПР SCADE Display является графическое изображение статического индикационного кадра, каждому элементу которого присвоено значение параметра-переменной и значения атрибутов, а также код ФПО в синтаксисе языка C или Ada, обеспечивающий вывод синтезированного индикационного кадра на ЖК панель МФЦИ.

Алгоритм, представленный на рис. 4, описывает работу разработчика индикационных кадров МФЦИ с САПР SCADE Suite. Действия разработчика с САПР SCADE Suite направлены на создание логической связи отображаемых на ЖК панели графических примитивов результатам измерения пилотажно-навигационных параметров.

Логическая связь устанавливается с помощью операторов булевой алгебры, объединяющих атрибуты. В окне рабочей программы САПР разработчик устанавливает также диапазон изменений значений каждого отображаемого параметра. Для элементов, атрибуты которых зависят от текущего значения физического параметра, характеризующего движение ЛА или состояние соответствующей самолетной системы, разработчик задает пороговые значения, при достижении которых может, например, измениться цвет отображаемого символа или включиться режим его мерцания при отображении на экране МФЦИ.

По результатам проектирования динамического индикационного кадра в SCADE Suite генерируется код ФПО. Исходными данными для создания кода ФПО в САПР SCADE Suite является программный код, полученный в SCADE Display. Критерием качества проектирования индикационных кадров МФЦИ является соответствие ФПО, обеспечивающего вывод изображения на ЖК панель, требованиям ГОСТ Р 51904—2002 "Программное обеспечение встроенных систем. Общие требования к разработке и документированию".

### Заключение

Разработка индикационных кадров авионики и ФПО для их отображения на ЖК панели МФЦИ — трудоемкий и длительный процесс, основанный на процедурах принятия проектных решений. В от-

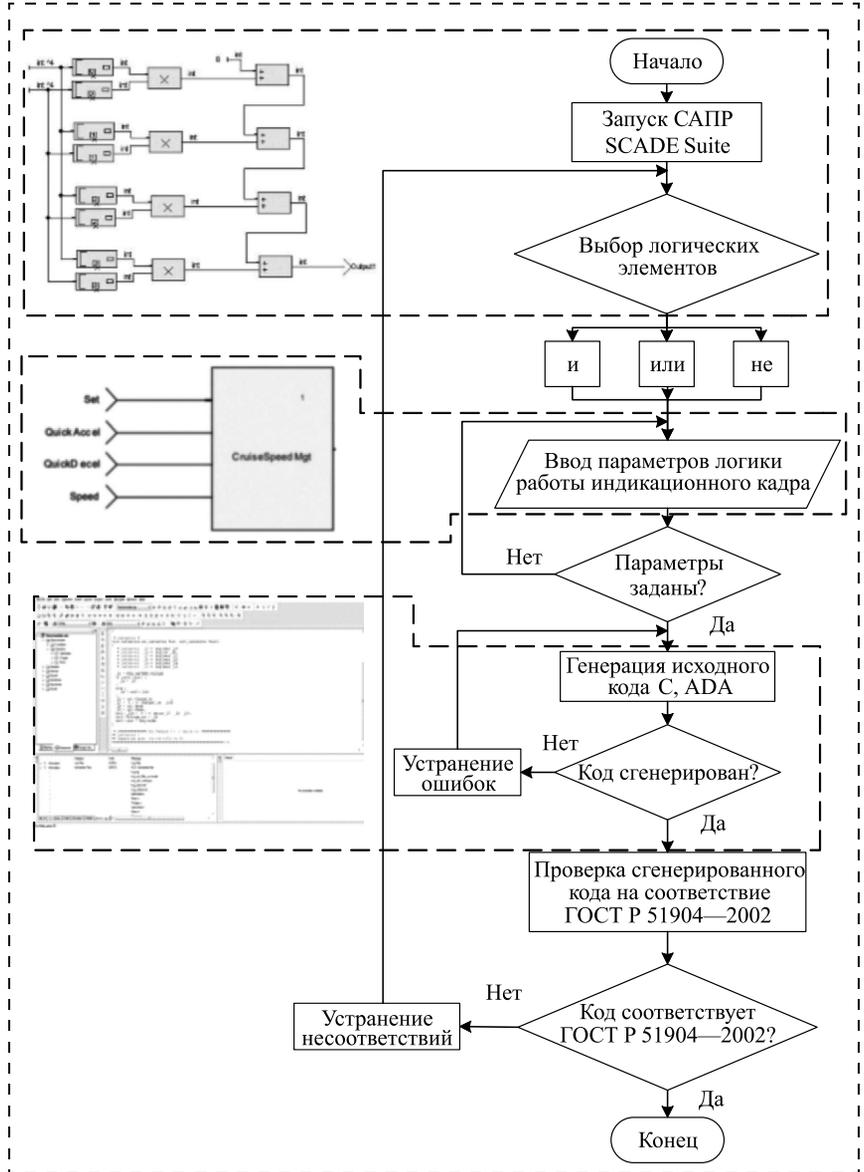


Рис. 4. Алгоритм формирования динамического индикационного кадра МФЦИ в SCADE Suite

сутствие готовых образцов МФЦИ на начальных этапах проектирования и необходимых инструментальных средств поддержки проектов разработчики авионики вынуждены создавать ФПО и проводить его тестирование и верификацию на АРМ с использованием компонентов САПР, программно эмулирующих работу графического модуля МФЦИ.

Использование САПР SCADE, обеспечивающей автоматизацию процессов создания динамических индикационных кадров МФЦИ и кода ФПО, позволяет:

- существенно сократить время проектирования ФПО;
- ускорить процесс согласования индикационных кадров с заказчиком — головной организацией, интегрирующей борт ЛА в целом;
- повысить удобство внесения изменений в проект и сопровождение проекта в эксплуатации,

а также не требует от разработчика МФЦИ хороших навыков программирования.

По окончании создания динамических индикационных кадров МФЦИ необходимо проводить светотехнические испытания [12—18] на образцах МФЦИ в целях придания изображению заданных эргономических свойств (в частности, подбор цветовой палитры, обеспечивающей повышенный контраст изображения, и др.).

#### Список литературы

1. **Жаринов И. О., Жаринов О. О.** Бортовые средства отображения информации на плоских жидкокристаллических панелях: Учеб. пособие // Информационно-управляющие системы. СПб: ГУАП, 2005, 144 с.
2. **Парамонов П. П., Копорский Н. С., Видин Б. В., Жаринов И. О.** Многофункциональные индикаторы на плоских жидкокристаллических панелях: наукоемкие аппаратно-программные решения // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2004. № 3. С. 238—245.
3. **Жаринов И. О., Емец Р. Б.** Индикационное оборудование в авиации XXI века // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2003. № 11. С. 193—195.
4. **Парамонов П. П., Ильченко Ю. А., Жаринов И. О., Тарасов П. Ю.** Структурный анализ и синтез графических изображений на экранах современных средств бортовой индикации на плоских жидкокристаллических панелях // Авиакосмическое приборостроение. 2004. № 5. С. 50—57.
5. **Парамонов П. П., Ильченко Ю. А., Жаринов И. О.** Теория и практика статистического анализа картографических изображений в системах навигации пилотируемых летательных аппаратов // Датчики и системы. 2001. № 8. С. 15—19.
6. **Гатчин Ю. А., Жаринов И. О.** Основы проектирования вычислительных систем интегрированной модульной авионики. М.: Машиностроение, 2010. 224 с.
7. **Парамонов П. П., Гатчин Ю. А., Жаринов И. О., Жаринов О. О., Дейко М. С.** Принципы построения отраслевой системы автоматизированного проектирования в авиационном приборостроении // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2012. № 6. С. 111—117.
8. **Сабо Ю. И., Жаринов И. О.** Критерий подобия проектных решений требованиям технического задания в авионике // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2010. № 3. С. 57—63.
9. **Гатчин Ю. А., Жаринов И. О., Жаринов О. О.** Архитектура программного обеспечения автоматизированного рабочего места разработчика бортового авиационного оборудования // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2012. № 2. С. 140—141.
10. **Дейко М. С., Жаринов И. О.** Применение симплекс-метода и метода искусственного базиса при проектировании бортового приборного оборудования // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. № 1. С. 124—129.
11. **Костишин М. О., Шукалов А. В., Парамонов П. П., Жаринов И. О., Жаринов О. О.** Алгоритмы автоматизации конфигурирования загрузочных компонентов аэронавигационной информации и геоинформационных данных авионики // Мехатроника, автоматизация, управление. 2014. № 9. С. 64—72.
12. **Жаринов И. О., Жаринов О. О.** Исследование распределения оценки разрешающей способности преобразования Грассмана в системах кодирования цвета, применяемых в авионике // Программная инженерия. 2014. № 8. С. 40—47.
13. **Костишин М. О., Жаринов И. О., Жаринов О. О.** Исследование визуальных характеристик средств отображения пилотажно-навигационных параметров и геоинформационных данных в авионике // Информационно-управляющие системы. 2014. № 4. С. 61—67.
14. **Шукалов А. В., Парамонов П. П., Жаринов И. О., Жаринов О. О., Костишин М. О.** Алгоритм и методика автоматизации процедуры оценивания координат цветности элементов изображения бортовых средств индикации в авионике // Мехатроника, автоматизация, управление. 2015. Т. 16. № 3. С. 195—204.
15. **Парамонов П. П., Коновалов П. В., Жаринов И. О., Кирсанова Ю. А., Уткин С. Б.** Реализация структуры данных, используемых при формировании индикационного кадра в бортовых системах картографической информации // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2013. № 2. С. 165—167.
16. **Жаринов И. О., Жаринов О. О.** Оценка параметров математической модели цветопередачи жидкокристаллической панели // Информационно-управляющие системы. 2015. № 2. С. 49—56.
17. **Жаринов И. О., Жаринов О. О.** Оценка инструментальной погрешности косвенного измерения координат цвета в цветовой модели данных, применяемой в авионике // Программная инженерия. 2014. № 12. С. 39—46.
18. **Gatchin Y. A., Zharinov I. O., Korobeynikov A. G., Zharinov O. O.** Theoretical estimation of Grassmann's transformation resolution in avionics color coding systems // Modern Applied Science. 2015. Vol. 9, no. 5. P. 197—210.

## Algorithms for Formation of Indication Pictures in Avionic Equipment with the Use of SCADe Integrated Design Environment

**A. V. Shukalov**<sup>1, 2</sup>, aviation78@mail.ru, **I. O. Zharinov**<sup>1, 2</sup>, igor\_rabota@pisem.net✉, **O. O. Zharinov**<sup>3</sup>, zharinov73@hotmail.ru, **M. O. Kostishin**<sup>2</sup>, job.max@me.com, **V. A. Nechayev**<sup>1, 2</sup>, postmaster@elavt.spb.ru,

<sup>1</sup> St. Petersburg Electroavtomatika Scientific Design Bureau named after P. A. Efimov, St. Petersburg, 198095, Russian Federation,

<sup>2</sup> St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics (ITMO University), St. Petersburg, 197101, Russian Federation,

<sup>3</sup> St. Petersburg State University of Aerospace Instrumentation (GUAP), St. Petersburg, 190000, Russian Federation

*Corresponding author: Zharinov Igor O., D. Sc., Associate Professor, Chef of Department, St. Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, St. Petersburg, 197101, Russian Federation, Head of the Training-Research Center, St. Petersburg Electroavtomatika Scientific Design Bureau named after P. A. Efimov, St. Petersburg, 198095, Russian Federation, e-mail: igor\_rabota@pisem.net*

*Received on May 05, 2015*

*Accepted on May 25, 2015*

In this article the problem of designing of indication pictures in avionics with the use of SCADE integrated design environment is considered. The SCADE design environment includes such implemented tools as SCADE Suite, SCADE LifeCycle, SCADE System and SCADE Display with broad functional capabilities, which are to be used by the developers of the indication pictures for an automated code generation of the functional software, which ensures displaying of the navigation information on a liquid crystal panel of the onboard indication equipment. The authors propose a structural scheme of an automated workstation for the developers of the indication pictures. The workstation includes software components, technical and information support tools. The following results are offered: an algorithm for formation of a static indication frame with the use of SCADE Display and an algorithm for formation of a dynamic indication frame using SCADE Suite tool. The static indication frame is a picture with a set of "frozen" graphic primitives (lines, symbols, circles, etc.) placed within the field of a liquid-crystal display. The dynamic indication frame, i.e., the changing numeric values of the navigation parameters corresponding to the movement of the aircraft, displayed on a screen, is implemented by the tools of SCADE System software. In the SCADE System software components a user can have access to the virtual address space, in which it is necessary to specify the addresses of the physical i/o devices of the on-board indication equipment and also to set parameters of the communication protocol, which is supported by the subscribers within the avionic equipment. Specification of the addresses of i/o devices and parameters of protocols in SCADE Display and SCADE Suite components is necessary for establishment of a logical link between each displayed navigation parameter and its corresponding source within the onboard equipment, which generates the code of a physically measured value.

**Keywords:** avionics, indication equipment, indication frame, SCADE, designing algorithms

For citation:

Shukalov A. V., Zharinov I. O., Zharinov O. O., Kostishin M. O., Nechayev V. A. Algorithms for Formation of Indication Pictures in Avionic Equipment with the Use of SCADE Integrated Design Environment, *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2015, vol. 16, no. 10, pp. 710—715.

DOI: 10.17587/mau.16.710-715

### Reference

- Zharinov I. O., Zharinov O. O. Bortovye sredstva otobrazheniya informacii na ploskikh zhidkokristallicheskih paneljah (Onboard display on flat liquid crystal panels), Saint-Petersburg, *Informacionno-Upravljajushhie Sistemy*, 2005, 144 p. (in Russian).
- Paramonov P. P., Koporskiy N. S., Vidin B. V., Zharinov I. O. Mnogofunkcional'nye indikatory na ploskikh zhidkokristallicheskih paneljah: naukoemkie apparatno-programmnye resheniya (The multi-functional displays on LCD flat panels: high-tech hardware and software solutions), *Nauchno-Tekhnicheskij Vestnik Informacionnyh Tehnologij, Mehaniki i Optiki*, 2004, no. 3, pp. 238—245 (in Russian).
- Zharinov I. O., Emec R. B. Indikacionnoe oborudovanie v aviacii XXI-ogo veka (Aviation XXI-st century), *Nauchno-Tekhnicheskij Vestnik Informacionnyh Tehnologij, Mehaniki i Optiki*, 2003, no. 11, pp. 193—195 (in Russian).
- Paramonov P. P., Il'chenko Ju. A., Zharinov I. O., Tarasov P. Ju. Strukturnyj analiz i sintez graficheskikh izobrazhenij na jekranah sovremennykh sredstv bortovoj indikacii na ploskikh zhidkokristallicheskih paneljah (Structural analysis and synthesis of graphic images on the screens of modern means of onboard display on LCD flat panels), *Aviakosmicheskoe Priborostroenie*, 2004, no. 5, pp. 50—57 (in Russian).
- Paramonov P. P., Il'chenko Ju. A., Zharinov I. O. Teorija i praktika statisticheskogo analiza kartograficheskikh izobrazhenij v sistemah navigacii pilot-iruemykh letatel'nykh apparatov (Theory and practice of statistical analysis of cartographic images in the navigation systems of manned aircraft), *Datchiki i Sistemy*, 2001, no. 8, pp. 15—19 (in Russian).
- Gatchin Ju. A., Zharinov I. O. Osnovy proektirovaniya vychislitel'nykh sistem integrirovannoj modul'noj avioniki (Basics of designing computer systems integrated modular avionics), Moscow, Mashinostroenie, 2010, 224 p. (in Russian).
- Paramonov P. P., Gatchin Ju. A., Zharinov I. O., Zharinov O. O., Dejko M. S. Principy postroeniya otraslevoj sistemy avtomatizirovannogo proektirovaniya v aviacionnom priborostroenii (Principles of branch system creation for the automated design in aviation instrumentation), *Nauchno-Tekhnicheskij Vestnik Informacionnyh Tehnologij, Mehaniki i Optiki*, 2012, no. 6, pp. 111—117 (in Russian).
- Sabo Ju. I., Zharinov I. O. Kriterij podobija proektnykh reshenij trebovanijam tehnikeskogo zadaniya v avionike (Similarity criterion of design decisions to requirements of the technical project in avionics), *Nauchno-Tekhnicheskij Vestnik Informacionnyh Tehnologij, Mehaniki i Optiki*, 2010, no. 3, pp. 57—63 (in Russian).
- Gatchin Ju. A., Zharinov I. O., Zharinov O. O. Arhitektura programmnogo obespecheniya avtomatizirovannogo rabocheho mesta razrabotchika bortovogo aviacionnogo oborudovanija (Software architecture for the automated workplace of the onboard aviation equipment developer), *Nauchno-Tekhnicheskij Vestnik Informacionnyh Tehnologij, Mehaniki i Optiki*, 2012, no. 2, pp. 140—141 (in Russian).
- Dejko M. S., Zharinov I. O. Primenenie simpleks metoda i metoda iskusstvennogo bazisa pri proektirovanii bortovogo pribornogo oborudovanija (Simplex-method and artificial basis method application for onboard equipment designs), *Nauchno-Tekhnicheskij Vestnik Informacionnyh Tehnologij, Mehaniki i Optiki*, 2013, no. 1, pp. 124—129 (in Russian).
- Kostishin M. O., Shukalov A. V., Paramonov P. P., Zharinov I. O., Zharinov O. O. Algoritmy avtomatizacii konfigurirovaniya zagruzochnykh komponentov ajeronavigacionnoj informacii i geoinformacionnykh dannykh avioniki (Algorithms automation configuration bootable components aeronautical information and geoinformation data avionics), *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2014, no. 9, pp. 64—72 (in Russian).
- Zharinov I. O., Zharinov O. O. Issledovanie raspredelenija ocenki razreshajushhej sposobnosti preobrazovanija Grassmana v sisteme kadrovaniya cveta, primenjaemykh v avionike (Research of properties of an assessment of the resolution of Grassmann's transformation in chromaticity coding systems, applied in avionic equipment), *Programmaja Inzhenerija*, 2014, no. 8, pp. 40—47 (in Russian).
- Kostishin M. O., Zharinov I. O., Zharinov O. O. Issledovanie vizual'nykh harakteristik sredstv otobrazhenija pilotazhno-navigacionnykh parametrov i geoinformacionnykh dannykh v avionike (The study of the visual characteristics of the display means of navigation parameters and GIS data in avionics), *Informacionno-Upravljajushhie Sistemy*, 2014, no. 4, pp. 61—67 (in Russian).
- Shukalov A. V., Paramonov P. P., Zharinov I. O., Zharinov O. O., Kostishin M. O. Algoritmi i metodika avtomatizacii procedury ocenivaniya koordinat zvetnosti jelementov izobrazhenija bortovykh sredstv indikacii v avionike (Algorithm and methodology for automation of estimation procedure of chromaticity coordinates of pixel airborne avionics display), *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*, 2015, no. 16, pp. 195—204 (in Russian).
- Paramonov P. P., Kononov P. V., Zharinov I. O., Kirsanova Ju. A., Utkin S. B. Realizacija struktury dannykh, ispol'zuyemykh pri formirovanii indikacionnogo kadra v bortovykh sistemah kartograficheskoy informacii (Implementation of data structures that are used to generate a display frame in airborne systems map information), *Nauchno-Tekhnicheskij Vestnik Informacionnyh Tehnologij, Mehaniki i Optiki*, 2013, no. 2, pp. 165—167 (in Russian).
- Zharinov I. O., Zharinov O. O. Ocenka parametrov matematicheskoy modeli cvetopredachi zhidkokristallicheskoj paneli (Evaluation of parameters of the mathematical model of color response performance of LCD-panel), *Informacionno-Upravljajushhie Sistemy*, 2015, no. 2, pp. 49—56 (in Russian).
- Zharinov I. O., Zharinov O. O. Ocenka instrumental'noj pogreshnosti kosvennogo izmerenija koordinat cveta v cvetovoj modeli dannykh, primenjaemoj v avionike (The evaluation of hardware-caused inaccuracy of indirect measurements of chromaticity coordinates in color model data used in avionics), *Programmaja Inzhenerija*, 2014, no. 12, pp. 39—46 (in Russian).
- Gatchin Y. A., Zharinov I. O., Korobeynikov A. G., Zharinov O. O. Theoretical estimation of Grassmann's transformation resolution in avionics color coding systems, *Modern Applied Science*, 2015, vol. 9, no. 5, pp. 197—210.