

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ В УСЛОВИЯХ РАСШИРЕННОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА**

Б.С. Долговесов, Б.С. Мазурок, В.И. Брагин

Канд. техн. наук Б.С. Долговесов; Б.С. Мазурок  
(ФГБУН «Институт автоматизи́ки и электрометрии СО РАН», Новосибирск)  
В.И. Брагин (ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

Статья посвящена модернизации системы обработки и отображения визуальной информации для повышения эффективности визуального контроля за действиями экипажей, выполняющих тренировки на комплексе тренажеров (КТ) российского сегмента (РС) Международной космической станции (МКС), за счет обработки расширенного диапазона данных тренировочного процесса и дополнительных средств для интерактивного управления отображением.

**Ключевые слова:** комплекс тренажеров, мультимедийные данные, микшер-коммутатор, графический пользовательский интерфейс, мониторинг, отображение данных, реальный масштаб времени.

### **Modernization of the Visual Information Processing and Display System for Effective Control and Management of a Training Process Under an Extended Information Traffic. B.S. Dolgovesov, B.S. Mazurok, V.I. Bragin**

The paper considers the modernization of the visual information processing and display system to improve the efficiency of visual control over the crews' activities during training on the ISS RS Simulation Complex thanks to processing the extended range of the training process data and additional tools to provide an interactive display control.

**Keywords:** simulation complex, multimedia data, mixer-switch, graphic user interface, monitoring, data display, real time scale.

В работах [1, 2] описана архитектура системы обработки и отображения визуальной информации (СООВИ), разработанная для телевизионной аппаратуры «Гранит» КТ РС МКС. Данная архитектура для организации управления, ввода, коммутации, мониторинга и отображения аудиовизуальных данных в реальном масштабе времени использует принцип распределенной вычислительной среды, концепция которого предложена в [3]. Одно из существенных преимуществ реализации предложенного подхода для систем обработки и отображения мультимедийных данных – это возможность поэтапного расширения функциональности и совершенствования как системы

в целом, так и ее частей без существенных изменений архитектуры. Это явилось положительным фактором при проведении модернизации СООВИ, необходимость которой на данном этапе обусловлена расширением информационного потока данных тренировочного процесса, связанного с введением дополнительных задач экипажам МКС, и повышением эффективности визуального контроля операторами пульта контроля и управления (ПКУ) за действиями экипажей МКС в процессе проведения тренировок.

### **Модернизация программно-аппаратных средств СООВИ**

Задача модернизации – обеспечить телевизионную аппаратуру «Гранит» КТ РС МКС эффективной программно-аппаратной системой управления, обработки и отображения мультимедийных данных в реальном масштабе времени с учетом расширенного диапазона входных данных тренировочного процесса и дополнительных средств отображения для интерактивного управления и контроля.

В процессе модернизации СООВИ доработаны протокол информационного взаимодействия для осуществления отдельного управления источниками данных и графический пользовательский интерфейс в части выбора входных данных от цифровых источников. Разработано специальное программное обеспечение для связи с вычислительной системой тренажера, разработана программа-маршрутизатор управляющих пакетов, проведено дооснащение СООВИ управляющим моноблоком с сенсорным экраном, управляющей электронно-вычислительной машиной (УЭВМ), ЖК-монитором.

Для реализации функций управления, обработки и отображения видеоданных тренировочного процесса с учетом дополнительных источников данных разработано специальное программное обеспечение (СПО), инсталлированное на УЭВМ, управляющем моноблоке и планшете дистанционного управления (ПДУ). Управление процессом отображения видеоданных от конкретных источников осуществляется посредством интерактивного графического пользовательского интерфейса (ГПИ), формирующего «мозаики» – миниатюры комбинированного изображения видеоданных от источников в задаваемой оператором конфигурации. Для контроля и управления ходом тренировки на ЭВМ микшера-коммутатора формируются наборы «мозаик» и миниатюры видеосигналов входных источников, которые транслируются по локальной вычислительной сети (ЛВС) к УЭВМ, управляющему моноблоку и ПДУ для отображения на экранах этих устройств. «Мозаики» также используются для выбора данных конкретного источника для полноэкранного отображения. ЛВС обеспечивает передачу данных следующих источников:

- цифровых видеосигналов от трех *IP*-камер в видеоформате *MJPEG* с разрешением  $1280 \times 960$  пикселей и с частотой  $25 \text{ Гц}$ ;

- цифрового видеосигнала от бортового портативного персонального компьютера *Laptop*, с выхода фрейм-граббера *Epiphan VGA2Ethernet* с разрешением  $1920 \times 1200$  пикселей и с частотой  $60 \text{ Гц}$ ;

– аналоговых видеосигналов от двенадцати телевизионных камер наблюдений (ТКН) с разрешением  $720 \times 576$  пикселей и с частотой  $50 \text{ Гц}$  в формате PAL с последующим преобразованием в цифровой формат с помощью трех видеокодеров *Axis Q7404*.

Для корректного вывода видеоданных, поступающих от несинхронизированных источников одновременно на несколько внешних устройств отображения с различными параметрами (частотой обновления кадров, разрешением, соотношением сторон кадра), необходимо обеспечить плавность анимации кадров на всех выходах источников данных. С этой целью предложен метод, в котором генерация изображения происходит с рассчитанным временем анимации асинхронно с работой выходов. На каждом шаге выбирается выход, для которого время анимации минимальное. Генерируется изображение, которое вместе с информацией о времени сохраняется в очереди соответствующего выхода. После завершения показа очередного кадра вычисляется ошибка ( $e$ ) соответствия времени сгенерированного кадра времени выходного по следующей формуле:

$$e = (d_{out} - d_{in}) + ((t_{out} + d_{out}/2) - (t_{in} + d_{in}/2)),$$

где  $t_{in}$  – время начала входного кадра;  $t_{out}$  – время начала выходного кадра;  $d_{in}$  – длительность входного кадра;  $d_{out}$  – длительность выходного кадра.

Поправка длительности следующего кадра вычисляется с помощью пропорционально-интегрального регулятора (ПИ-регулятора). Проведенное численное моделирование метода показало, что можно добиться достаточной точности вычисления длительности кадров с учетом погрешности вычисления ошибки на каждом кадре и задержки получения этих данных.

Более подробно рассмотрим интерактивный графический пользовательский интерфейс СПО, учитывающий дополнительные источники данных в виде цифровых видеокамер высокого разрешения. Основные функции ГПИ:

- мониторинг видеосигналов от источников различных форматов;
- формирование из входных видеосигналов комбинированного изображения («мозаик») произвольного размера с произвольной конфигурацией;
- интерактивный выбор «мозаики» для отображения из редактируемого набора «мозаик»;
- создание и редактирование шаблонов «мозаик»;
- отображение «мозаик» на рабочем месте оператора, полученных по ЛВС;
- выбор на «мозаике» источника видеоданных для полноэкранного отображения.

Реализации функций ГПИ осуществляется посредством интерактивного взаимодействия оператора с компонентами соответствующих экранных окон ГПИ. Главное окно ГПИ (рис. 1) представляет набор экранных панелей:

- панель «мозаик» (1), содержащая миниатюры «мозаик» с заранее выбранной конфигурацией;



Рис. 1. Главное окно ГПИ

- панель «мониторов» (2), содержащая «миниатюры» мониторов удаленных пользователей;
- центральная панель (3), содержащая окна предварительного просмотра выходных данных для компоновки изображения мониторов;
- панель выбора источников данных (4).

С помощью ГПИ осуществляется выбор источников видеосигналов и их последующее назначение на центральную панель (3) главного окна перемещением изображения выбранного источника с панели (4) в нижней части главного окна графических интерфейсов, функционирующих на УЭВМ, управляющем моноблоке и ПДУ.

СПО, установленное на управляющем моноблоке, осуществляет формирование команд управления коммутацией и комбинированием входных видеосигналов для формирования «мозаик» в ЭВМ микшера-коммутатора и передачу их в локальную сеть СООБИ. Для этого используется главное окно ГПИ моноблока. Моноблок обеспечивает следующие функции:

- отображение на экране моноблока ГПИ, входных миниатюр с поясняющими титрами и сформированных «мозаик»;
- формирование независимых друг от друга «мозаик» для двух устройств отображения пульта контроля и управления, подключенных к микшеру-коммутатору.

## Выводы

В результате модернизации системы обработки и отображения визуальной информации комплекса тренажеров РС МКС обеспечивается визуальный контроль видеоданных расширенного информационного потока, включающего дополнительные источники видеосигналов от трех IP-камер, от бор-

тового портативного ПК (*Laptop*), с выхода внешнего устройства захвата видеосигналов *Epiphan VGA2Ethernet* и от двенадцати телевизионных камер наблюдения. Инструкторскому составу и операторам ПКУ для повышения эффективности визуального контроля за действиями экипажей МКС при проведении тренировок предоставляются следующие возможности: мониторинг видеосигналов от источников различных форматов; оперативное управление формированием и отображением комбинированного изображения видеосигналов источников («мозаик»); интерактивный выбор «мозаики» для отображения из редактируемого набора «мозаик»; трансляция «мозаик» по ЛВС и их прием для отображения на видеоконтрольных устройствах; выбор источника данных для полноэкранного отображения с помощью «мозаики».

Дальнейшее развитие СООВИ предполагает регистрацию данных тренировочного процесса с формированием базы данных, что позволит расширить возможности СООВИ в части предоставления объективной и достоверной информации о ходе тренировочного процесса как в реальном времени, так и для последующего анализа тренировок и оценки действий космонавтов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1] Система обработки и отображения в реальном времени распределенных мультимедийных данных для задач тренажерных комплексов РС МКС / Долговесов Б.С., Городилов М.А., Фатьянов Ф.В., Брагин В.И. // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос». – ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», Звездный городок, 10–12 ноября 2015. – С. 247–248.
- [2] Особенности реализации обработки, отображения и регистрации мультимедийных данных для тренажерных комплексов ЦПК / Долговесов Б.С., Городилов М.А., Шадрин М.Ю., Брагин В.И. // Пилотируемые полеты в космос. – 2018. – № 4(29). – С. 34–43.
- [3] Построение распределенной мультимедийной виртуальной среды с многоканальной визуализацией медиаданных на графических акселераторах / Морозов Б.Б., Долговесов Б.С., Мазурок Б.С., Городилов М.А. // Программирование. – 2014. – № 4. – С. 52–62.

#### REFERENCES

- [1] Data Processing and Display System to Provide Real-Time Distributed Multimedia Data for the ISS RS Simulator Complexes / Dolgovesov B.S., Gorodilov M.A., Fatyaynov F.V., Bragin V.I. // Proceedings of the XI International Scientific and Practical Conference “Manned Space Flights”. – FSBO “Gagarin R&T CTC”, Star City, November 10–12, 2015. – pp. 247–248.
- [2] The Features of Implementation of Processing, Displaying and Recording Multimedia Data for the Simulator Complexes at the CTC / Dolgovesov B.S., Gorodilov M.A., Shadrin M.Yu., Bragin V.I. // Scientific Journal “Manned Spaceflight”. – 2018. – No 4(29). – pp. 34–43.
- [3] Creation of a Distributed Multimedia Virtual Environment with a Multi-Channel Visualization of Media Data on Graphic Accelerators / Morozov B.B., Dolgovesov B.S., Mazurok B.S., Gorodilov M.A. // “Programming and Computing Software” Journal. – 2014. – No 4. – pp. 52–62.