

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ
И ОТОБРАЖЕНИЯ ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ
В СОСТАВЕ ПУЛЬТА КОНТРОЛЯ
И УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНАЖЕРНОГО КОМПЛЕКСА
РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

В.В. Батраков, В.И. Брагин

В.В. Батраков; В.И. Брагин (ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

Представлены в виде объекта исследований: космический тренажер (КТ) как обучающая система; модули тренажерного комплекса (ТК) российского сегмента (РС) Международной космической станции (МКС); система отображения информации (СОИ) пульта контроля и управления (ПКУ) ТК РС МКС как объект и видеоинформация как предмет изучения; члены межведомственной экзаменационной комиссии (МЭК). Представлены в виде предмета исследований: видеоинформация на СОИ ПКУ и модернизированная система обработки и отображения визуальной информации (СООВИ) в составе СОИ ПКУ ТК РС МКС.

Ключевые слова: космический тренажер, тренажерный комплекс, пульт контроля и управления, система отображения информации, система обработки и отображения визуальной информации, телевизионная информация, экзаменационная комплексная тренировка, члены экзаменационной комиссии.

**Use of the Visual Information Processing and Display System as
Part of the Monitoring and Control Panel of the ISS RS Simulator
Complex. V.V. Batrakov, V.I. Bragin**

The objects of research are the following: the space simulator (SS) as a training system, modules of the simulation complex (SC) of the ISS RS, information display system (IDS) of the monitoring and control panel (M&CP) of the SC of the ISS RS as an object and video information as a subject of research as well as the members of the Interdepartmental Examining Board (IDEB). The subjects of research are the following: video information displayed on the IDS of the M&CP and the upgraded visual information processing and display system (VIP&DS) as part of the M&CP IDS of the ISS RS Simulator Complex.

Keywords: space simulator, simulator complex, monitoring & control panel, information display system, visual information processing and display system, television information, complex examining training, members of the Examining Board.

Обучение и подготовка космонавтов – процесс, в котором задействован большой круг специалистов: от преподавателей, инструкторов, инженеров технических средств подготовки космонавтов (ТСПК) до межведомственной экзаменационной комиссии (МЭК).

На завершающем этапе обучения космонавты проходят подготовку и сдают экзамены на космических тренажерах (КТ) различного назначения. Заключительным этапом в программе подготовки экипажей к предстоящему полету является экзаменационная комплексная тренировка (ЭКТ). Для ее проведения создается МЭК, насчитывающая в своем составе более сорока специалистов.

Располагаясь в зоне пульта контроля и управления (ПКУ) КТ на некотором удалении от персонала, ведущего управление тренировкой, члены МЭК не могут оперативно использовать видеоинформацию, выводимую на устройства отображения информации (УОИ) ПКУ.

За последние годы проведен ряд инициативных прикладных исследований по вопросам СОИ. Предлагается использование в составе ПКУ специализированной системы обработки и отображения визуальной информации (СООВИ), которая позволит более эффективно решать задачу информационного обеспечения членов МЭК.

Рабочее место МЭК в контуре управления обучения космонавтов на тренажерном комплексе российского сегмента МКС

Современные КТ представляют собой сложные автоматизированные системы управления (АСУ) реального времени. В их состав входят средства сбора информации от объекта управления, каковым, например, является ТК РС МКС, системы ввода управляющих воздействий и передачи их на управляемый объект, вычислительные средства, объединенные в аппаратно-программный комплекс (АПК), производящие обработку информации в целях подготовки альтернативных вариантов управленческих решений, СОИ [1]. Замыкающим звеном в контуре управления АСУ является оперативный персонал ПКУ: бригада инженеров, бригада инструкторов, врачи, а при проведении экзаменационных комплексных тренировок (ЭКТ) – и члены МЭК, в классическом определении для АСУ – операторы ПКУ [2]. Особенность членов МЭК в том, что, располагаясь в зоне ПКУ КТ (в контуре управления АСУ) с операторами ПКУ, сами не являются операторами, т.к. в управлении участия не принимают. Их основная задача – анализ и оценка подготовленности экипажа к полету.

Обучение космонавтов является управляемым процессом и завершающая стадия их подготовки проходит на современных КТ различной специализации. КТ является обучающей системой (рис. 1) [3].

ТК РС МКС имеет в своем составе 8 макетов модулей – РМО космонавтов: СМ, ФГБ, СО1, МИМ1, МИМ2, МЛМ, УМ, ТК «Прогресс» (рис. 2) [4].

Основные данные о ходе ЭКТ космических экипажей на ТК РС МКС, в том числе видеоинформацию, члены МЭК получают посредством СОИ ПКУ (рис. 3) [1, 2].



Рис. 1. Космический тренажер как обучающая система управления



Рис. 2. РМО ТК РС МКС



Рис. 3. СОИ ПКУ ТК РС МКС

В верхнем ряду ПКУ расположены 5 мониторов цветного изображения для отображения видеоинформации о внешней визуальной обстановке, наблюдаемой экипажами в РМО, и для визуального контроля персоналом ПКУ и МЭК состояния и действий самого экипажа в РМО [5].

Информация персоналу ПКУ и МЭК для визуального контроля и последующего анализа деятельности обучающихся экипажей космонавтов формируется телевизионной аппаратурой (ТВА) посредством нештатных телевизионных и цифровых камер наблюдения, установленных в каждом модуле ТК РС МКС. Всего в макетах модулей ТК установлено 30 нештатных камер наблюдения, входящих в состав ТВА системы имитации визуальной обстановки (СИВО) [6]:

- СМ – 8 телевизионных камер;
- ФГБ – 4 телевизионные камеры;
- МИМ1 – 1 телевизионная камера и 2 ip-камеры;
- МЛМ – 4 телевизионные камеры и 2 ip-камеры;
- МИМ2 – 2 ip-камеры;
- ТГК – 2 ip-камеры;
- УМ – 3 ip-камеры;
- СО1 – 2 телевизионные камеры.

Обоснование применения системы обработки и отображения визуальной информации на ПКУ ТК РС МКС

Особенностью решения технической задачи для подготовки космонавтов на КТ является большое количество видеосигналов различных форматов, которые необходимо для работы операторов выводить на УОИ СОИ ПКУ.

Применительно к ТК РС МКС источники сигналов могут быть сведены в четыре группы:

1. Видеосигналы в стандарте PAL, формируемые с помощью нештатных телевизионных камер наблюдения за деятельностью космонавтов внутри рабочих мест операторов (РМО) тренажеров модулей РС МКС.

2. Видеосигналы в цифровом формате, формируемые с помощью нештатных ip-камер наблюдения за деятельностью космонавтов внутри РМО тренажеров модулей РС МКС.

3. Компонентные сигналы формата RGBHV, поступающие с выходом видеокарт бортовых Laptop для обеспечения контроля действий космонавтов по управлению моделями бортовых систем тренажеров модулей РС МКС в процессе проведения тренировок.

4. Компонентные сигналы формата RGBHV, формируемые системой компьютерной генерации изображений (СКГИ) ТК РС МКС сюжетов внешней визуальной обстановки.

При проведении тренировок из РМО ТК РС МКС на ПКУ поступает большой объем визуальной информации от вышеуказанных источников сигналов. Контроль и управление потоками этой информации в процессе тренировки, как правило, ведется в режиме «последовательного доступа», что ограничивает для персонала ПКУ возможность реагировать по запросам членов МЭК на отображение видеoinформации как по оперативности, так и по приоритету.

Для членов МЭК требуется выводить на УОИ СОИ ПКУ видеoinформацию, необходимую для контроля и оценки каждой операции, выполняемой экипажем. Например, выполняемая космонавтами согласно циклограмме тренировки работа № 37: «Проверка работы ПА СТТС ФГБ» требует вывода от ТК РС МКС на УОИ СОИ ПКУ более 30 единиц информации, половина которых формируется с помощью ТВА (см. таблицу на стр. 41) [7].

Анализ циклограммы ЭКТ показывает, что на ПКУ формируется 83 изображения разного формата, необходимых для управления тренажерным комплексом, отображения моделируемых ситуаций и действий экипажа в процессе проведения тренировки. ТВА обеспечивает 30 видеоизображений от нештатных телекамер и 4 компьютерных видеоизображения системы компьютерной генерации изображения (СКГИ). Вследствие значительного объема неструктурируемой визуальной информации, отображаемой на мониторах ПКУ, возможности экспертов межведомственной экзаменационной комиссии по запросам на отображение визуальной информации ограничены как по оперативности, так и по приоритету [7].

С целью обеспечения эффективного визуального контроля деятельности экипажей при проведении как обычных тренировок, так и экзаменационных комплексных тренировок, в состав ТК РС МКС была введена система обработки и отображения визуальной информации (СООВИ) «Мозаика» [6].

Описание СООВИ

СООВИ «Мозаика» была создана и введена в эксплуатацию на ПУ ТВА для осуществления мониторинга видеосигналов от источников различных форматов, формирования комбинированного изображения источников видеосигналов произвольного размера и расположения и их отображения на рабочем месте оператора с использованием цифровой среды передачи данных (локальной сети).

На рис. 4 представлена структура СООВИ, демонстрирующая основные функциональные компоненты системы и их взаимодействие, в том числе с периферийным окружением.

В качестве базового элемента системы используется программный «микшер-коммутатор», работающий на персональном компьютере. Управляющий модуль может устанавливаться как на персональные, так и на планшетные компьютеры, подключенные к локальной сети тренажера. Система позволяет с помощью графического пользовательского интерфейса управляющего модуля формировать данные для контрольного изображения в виде «мозаики» от аналоговых видеоисточников (камеры PAL), цифровых видеокамер высокой четкости (IP, SDI) и удаленных бортовых Laptop и системы компьютерной генерации изображений. Управление настройками «мозаики» может осуществляться удаленно с помощью отдельной рабочей станции или планшетного компьютера [8].

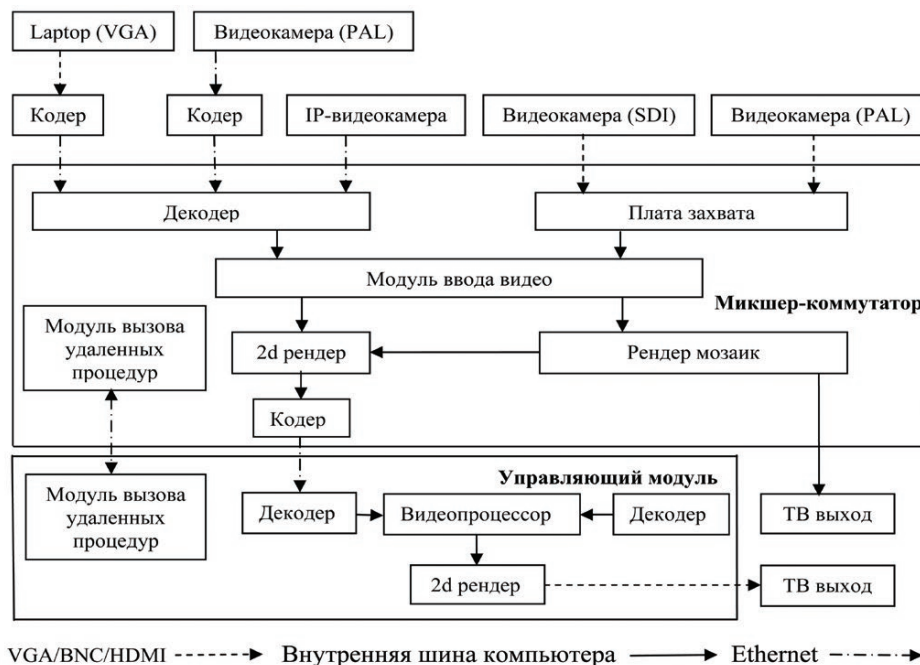


Рис. 4. Структура СООВИ

Специальное программное обеспечение (СПО) позволяет оператору СООВИ проводить удаленное управление видеоинформацией с отображением ее (по желанию членов МЭК) на ПКУ и с возможностью одновременно предварительного просмотра видеоврезки и результата микширования, которое может осуществляться с управляющей ЭВМ или планшетного компьютера.

Для структурирования телевизионных сигналов на ПКУ ТК РС МКС была проведена модернизация СООВИ:

- установка на ПКУ КТ РС МКС двух мониторов с диагональю не менее 48" в качестве средств визуального наблюдения за действиями экипажа;
- установка управляющего моноблока на ПКУ КТ РС МКС;
- установка оборудования для увеличения количества источников видеосигналов, поступающих в систему обработки и отображения визуальной информации «Мозаика»;
- доработка интерфейса СПО СООВИ в части добавления возможности выбора входного видеосигнала от цифровых источников, имеющихся в КТ РС МКС;
- доработка СПО СООВИ «Мозаика» для обеспечения управления выводом видеоинформации на два монитора от моноблока.

В основу предлагаемого технического решения по использованию СООВИ на ПКУ ТК РС МКС лег патент на полезную модель «Система отображения визуальной информации космического тренажера» [9]. Ранее эта модель была разработана и реализована на тренажере транспортного пилотируемого корабля «Союз ТМА» для задач МЭК. Техническим результатом, достигаемым при использовании полезной модели, является облегчение обработки видеоинформации членами МЭК в ходе ЭКТ, обеспечение полного и удобного доступа экспертов к имеющейся на тренажере информации о ходе моделируемого полета ПКА и деятельности экипажа.

Для реализации СООВИ на ТК РС МКС была подана заявка в Федеральный институт промышленной собственности (ФИПС) для получения патента на полезную модель «Система обработки и отображения визуальной информации для пультов контроля и управления космических тренажеров».

Полезная модель предполагает, что в комплекс технических средств отображения информации ПКУ тренажерного комплекса РС МКС, содержащий коммутатор видеосигналов, управляющую ЭВМ (УЭВМ) телевизионной аппаратуры тренажера, коммутатор сигналов RGBHV, управляющую ЭВМ системы компьютерной генерации изображений, мониторы телевизионных и компьютерных сигналов предлагается ввести устройства отображения информации и УЭВМ для экспертов, расположенные на рабочем месте экзаменационной комиссии. При этом на УЭВМ экспертов предлагается установить специальное программное обеспечение, позволяющее экспертам производить оперативный выбор и вывод для контроля любой предусмотренной для отображения на ПКУ визуальной информации о процессе проведения

экзаменационной тренировки и деятельности экипажа ПКА, не создавая при этом помех операторам пульта инструктора (рис. 5).

СООВИ позволяет расширить возможности ТВА в части структурирования средств отображения. Она обеспечивает существующую аппаратуру с аналоговыми источниками видеоданных более современной программно-аппаратной системой управления, мониторинга, обработки и отображения мультимедийных данных с учетом расширения входного информационного потока за счет дополнительных источников данных в виде цифровых видеокамер высокого разрешения [6].

В состав СООВИ для ПКУ ТК РС МКС входят:

- два монитора с диагональю не менее 48” для визуального наблюдения за действиями экипажа в РМО (мониторы располагаются на ПКУ ТК РС МКС);
- шкаф-моноблок для расположения оборудования СООВИ, расположенный в зоне ПКУ ТК РС МКС;
- оборудование для увеличения количества источников видеосигналов, поступающих в СООВИ «Мозаика»;
- специальное программное обеспечение интерфейса СООВИ для возможности выбора входного видеосигнала от цифровых источников;
- специальное программное обеспечение СООВИ «Мозаика» для обеспечения управления выводом видеoinформации на два монитора от моноблока;
- рабочее место оператора СООВИ на пульте управления ТВА (рис. 6, а);
- управляющий интерфейс «Мозаика» на ПКУ ТК РС МКС (рис. 6, б).

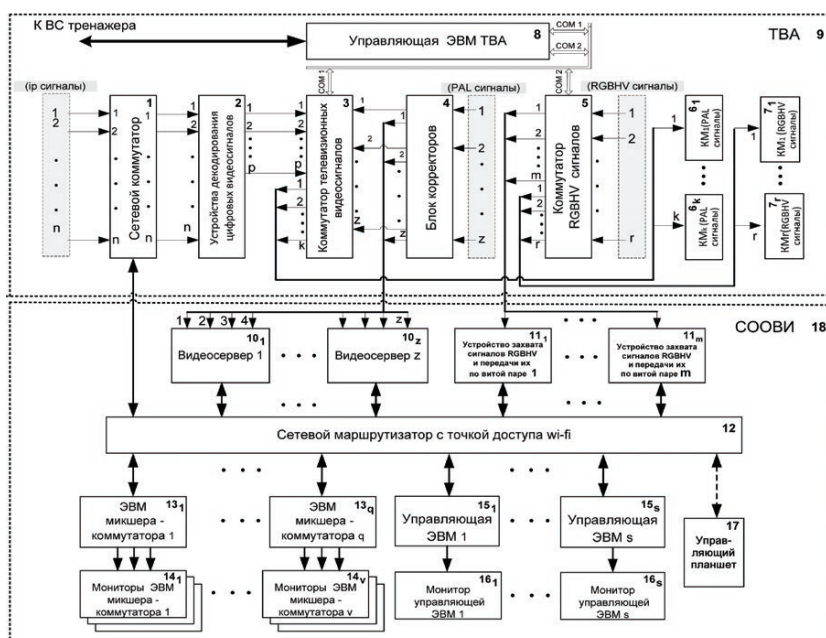
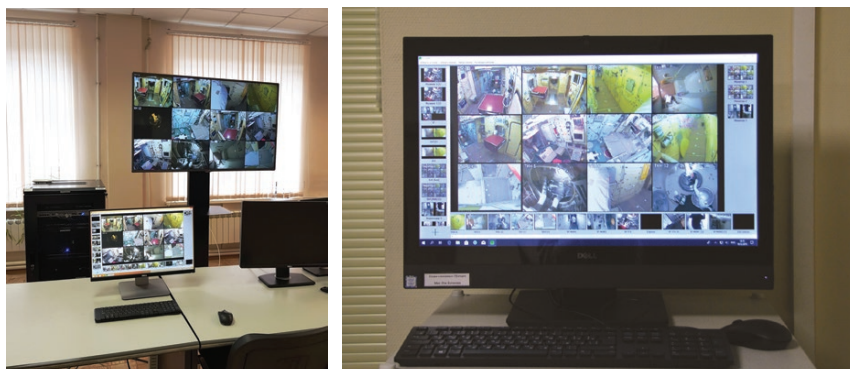


Рис. 5. Структура СООВИ в составе ПКУ ТК РС МКС



а)

б)

Рис. 6. РМО СООВИ и управляющий интерфейс «Мозаика»

СООВИ обеспечивает [6]:

- мониторинг видеосигналов от разных источников в различных форматах;
- формирование комбинированного изображения источников видеосигналов произвольного размера и расположения (так называемых «мозаик»);
- интерактивное формирование «мозаики» для отображения на мониторе;
- отображение «мозаик» с использованием цифровой среды передачи данных.

На рис. 7 показаны видеомониторы СООВИ в составе ПКУ ТК РС МКС.

Опыт использования СООВИ в составе ПКУ ТК РС МКС показал, что система позволяет расширить возможности СОИ ПКУ для повышения качества работы межведомственной экзаменационной комиссии и разгрузить оперативный состав ПКУ, задействованный в управлении ЭКТ, от заявок на получение информации со стороны членов МЭК.



Рис. 7. Размещение мониторов СООВИ на ПКУ ТК РС МКС

Выводы

Выводимая СОИ видеоинформация, используемая оперативным составом ПКУ и МЭК, занимает 30 % от общего объема, который необходим для проведения ЭКТ, а также для анализа и оценки подготовки экипажа.

Практика проведения ЭКТ показала, что для членов МЭК предоставление видеоинформации от СООВИ визуально удобно, поиск информации не отвлекает персонал ПКУ от управления ЭКТ, а при возникновении затруднений в поиске информации всегда может оказать помощь оператор СООВИ. Для обеспечения разгрузки информационного поля оперативному составу ПКУ целесообразно включить СООВИ в состав СОИ ПКУ ТК РС МКС.

Информацию от СООВИ целесообразно использовать на РМ членов МЭК [10]. При необходимости любой эксперт МЭК может занять свободное место на РМ МЭК и вызвать интересующую его видеоинформацию (или вызвать с управляющего планшета).

В дальнейшем целесообразно СООВИ рассматривать как вариант для расширения возможностей СОИ ПКУ КТ различного предназначения, существующих и применяемых в ЦПК имени Ю.А. Гагарина

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Батраков В.В., Саев В.Н. Анализ структуры комплекса тренажеров российского сегмента Международной космической станции как автоматизированной системы управления реального времени. XXXVI Общественно-научные чтения, посвященные памяти Ю.А. Гагарина. – Гагарин, 2009.
- [2] Батраков В.В., Шевченко Л.Е. Анализ состава операторов в контуре управления комплекса тренажеров РС МКС. XXXVIII Общественно-научные чтения, посвященные памяти Ю.А. Гагарина. – Гагарин, 2011.
- [3] Шукшунов В.Е., Циблиев В.В., Потоцкий С.И. Тренажерные комплексы и тренажеры. Технологии разработки и опыт эксплуатации. – М: Машиностроение, 2005. – 36 с.
- [4] Шевченко Л.Е., Полунина Е.В., Саев В.Н. Комплекс технических средств подготовки космонавтов по программе российского сегмента МКС. (Монография). – Звездный городок, 2017. – 33 с.
- [5] Батраков В.В. Информационное обеспечение экспертов межведомственной экзаменационной комиссии при проведении комплексных экзаменационных тренировок на тренажерах РС МКС // Пилотируемые полеты в космос. – № 2(23). – 2017. – С. 37–44.
- [6] Батраков В.В., Брагин В.И., Шевченко Л.Е. Система обработки и отображения визуальной информации для пультов контроля и управления космических тренажеров. XLVI общественно-научные чтения, посвященные памяти Ю.А. Гагарина. – Гагарин, 2019.
- [7] Батраков В.В. Анализ состава контрольной информации при проведении экзаменационных тренировок на космических тренажерах // XII МНПК «Пилотируемые полеты в космос». – Звездный городок, 2017.

- [8] Брагин В.И., Долговесов Б.С., Городилов М.А., Щадрин М.Ю. Особенности реализации обработки, отображения и регистрации мультимедийных данных для тренажерных комплексов ЦПК // Пилотируемые полеты в космос. – № 4(29). – 2018. – С. 34–43.
- [9] Патент на полезную модель № 150302 «Система отображения визуальной информации космического тренажера». 10.02.2015. Авторы: Игнатъев С.В., Брагин В.И., Митин А.И., Пекарский А.В., Греков Н.С., Батраков В.В.
- [10] Батраков В.В., Игнатъев С.В. Предложения по информационному обмену между СОИ ПКУ на комплексе тренажеров российского сегмента МКС // Материалы XLIII научных чтений, посвященных разработке творческого наследия К.Э. Циолковского. – Калуга, 2008.

REFERENCES

- [1] Batrakov V.V., Saev V.N. Composition of the ISS RS Integrated Simulator as a Real-time Control System. XXXVI Public Scientific Readings dedicated to the memory of Yu.A. Gagarin. – Gagarin City, 2009.
- [2] Batrakov V.V., Shevchenko L.E. Operating Personnel of the ISS RS Integrated Simulator. XXXVIII Public Scientific Readings dedicated to the memory of Yu.A. Gagarin. – Gagarin City, 2011.
- [3] Shukshunov V.E., Tsibliev V.V. Pototskiy S.I. Simulators and Simulator Complexes. Technology Development and Operational Experience – Moscow: Mashinostroenie Publ., 2005. – p. 36.
- [4] Shevchenko L.E., Polunina E.V., Saev V.N. A Complex of Technical Means to Train Cosmonauts under the ISS RS Program. (Monograph). – Star City, 2017. – p. 33.
- [5] Batrakov V.V. Information Support of Experts of the Interdepartmental Examination Board in the Course of the Complex Exam Trainings on Simulators of the ISS RS. – No 2(23). – 2017. – pp. 37–44.
- [6] Batrakov V.V., Bragin V.I., Shevchenko L.E. Information Display System for the MPCs of Space Simulators. XLVI Public Scientific Readings dedicated to the memory of Yu.A. Gagarin. – Gagarin City, 2019.
- [7] Batrakov V.V. Analysis of Checking Information in the Course of the Complex Exam Trainings on the ISS RS Simulators // The 12th International Scientific and Practical Conference “Manned Spaceflight”. – Star City, 2017.
- [8] Bragin V.I., Dolgovesov B.S., Gorodilov M.A., Schadrin M.Yu. The Features of Implementation of Processing, Displaying and Recording Multimedia Data for the Simulator Complexes at the CTC // Manned Spaceflight. – No 4(29). – 2018. – pp. 34–43.
- [9] Utility model patent № 150302 “Information Display System of a Space Simulator”. 10.02.2015. Authors: Ignatyev S.V., Bragin V.I., Mitin A.I., Pekarskiy A.V., Grekov N.S., Batrakov V.V.
- [10] Batrakov V.V., Ignatyev S.V. Proposals for Data Exchange between the IDS M&CPs of the ISS RS Integrated Simulator // Proceedings of the XLIII Scientific Readings dedicated to the scientific heritage of K.E. Tsiolkovskiy. – Kaluga, 2008.