

ной ситуации, может производиться как с форматом ввода неинструментальной информации параметров МКС, так и на схеме МКС с помощью манипулятора «мышь».

Для обеспечения отображения степени опасности и улучшения восприятия моделируемой картины в целом производится выделение изолированных сегментов МКС и выделение цветом зон с разным уровнем разгерметизации.

В модели имеются средства ввода управляющих воздействий для отображения действий экипажа, связанных с их перемещением, перекрытием люков, использованием средств наддува.

На рисунке 5 представлена структура программного обеспечения базовой части разрабатываемой системы.

В настоящее время система используется специалистами ГОГУ для повышения оперативности и обоснованности решений, принимаемых на основе автоматизации обработки, анализа и оптимального представления информации. Одновременно осуществляется поэтапное развитие систе-

мы для расширения ее функциональных возможностей, в том числе в направлении опережающего распознавания и предупреждения возникновения нештатных и аварийных ситуаций.

Литература

1. Береговой Г.Т., Ярополов В.И., Баранецкий И.И. Справочник по безопасности космических полетов. М.: Машиностроение, 1989. 336 с.
2. Соловьев В.А., Лысенко Л.Н., Люблинский В.Е. Управление космическими полетами. М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. Ч. 1. 476 с.
3. Скобелев П.О. Онтологии деятельности для ситуационного управления предприятиями в реальном времени // Онтология проектирования. 2012. № 1 (3). С. 6–38.

References

1. Beregovoy G.T., Yaropolov V.I., Baranetsky I.I., *Spravochnik po bezopasnosti kosmicheskikh poletov* [Spaceflights safety guide], Moscow, Mashinostroenie, 1989.
2. Solovyov V.A., Lysenko L.N., Lyublinskiy V.E., *Upravlenie kosmicheskimi poletami* [Spaceflights control], Part 1, Moscow, BMSTU, 2009.
3. Skobelev P.O., *Ontology of designing*, 2012, no. 1 (3), pp. 6–38.

УДК 004.588, 004.823

БОРТОВОЙ МОДУЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЭКИПАЖА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

С.И. Кравченко, к.т.н., главный специалист

(Донской филиал Центра тренажеростроения,

Платовский просп., 101, г. Новочеркасск, 346400, Россия, artstory@bk.ru)

Приведено описание нового бортового модуля интерфейса для представления членам экипажа Российского сегмента МКС виртуальных руководств космическими экспериментами (ВИРУ). Дается характеристика модуля как центра компоновки и воспроизведения мультимедиа сцен. Описаны функциональный состав системы, требования к операционной среде, указаны тип и назначение каждого элемента структуры, приведен набор управляющих файлов, обсуждается назначение XML-атрибутов. Обосновывается выбор линейной, одноуровневой внутренней структуры XML для повышения надежности системы. Приводятся детальные функциональная и ситуационная циклограммы модуля с подробным, поэтапным описанием межмодульного взаимодействия. Указывается, что структура информационного обеспечения целенаправленно разделена на две основные категории: компактные управляющие и структурирующие XML-описания и «большой» массив мультимедиа. Такой подход обусловлен спецификой процедур обновления заданий и техническими возможностями канала связи борт–Земля. Описаны основные этапы наземной подготовки мультимедиа ресурсов. Уделяется внимание ситуационному поведению оператора при работе с виртуальными органами управления, протоколированию результатов и оценке деятельности экипажа. Даются ссылки на источники информации по техническим экспериментам и исследованиям с использованием ВИРУ на Российском сегменте МКС.

Ключевые слова: космический эксперимент, виртуальное руководство, мультимедиа, Российский сегмент МКС, моделирование, циклограмма, интерфейс.

THE ONBOARD MODULE FOR INFORMATION SUPPORT OF THE INTERNATIONAL SPACE STATION CREW

Kravchenko S.I., Ph.D., chief specialist

(Don Branch of the Space Simulator Center, Platovsky Av., 101, Novocherkassk, 346400, Russia, artstory@bk.ru)

Abstract. The article describes a new onboard interface module to present virtual user manuals on space experiments in Russian ISS section. The module positioned as the center for multimedia scenes composition and playback. The paper describes the functional structure of the system, requirements to the operating environment, type and purpose of each element of the structure, a set of control files, the role of XML-attributes. A choice of a linear, single-level internal XML structure to improve system reliability is declared. Detailed functional and situational sequence diagrams of the module with detailed

phased description of the inter-module interaction are provided. The structure of information dataware purposefully divided into two main categories: compact controls and structuring XML-descriptions and a "big" collection of multimedia. This approach is determined by the specific procedures of updating tasks and technical capacity of the board-to-Earth communication channel. There are basic steps of multimedia resources ground preparation. A special attention is given to the operator situational behavior when working with virtual controls, logging results and crew performance assessment. There are references to information sources about technical experiments and researches using virtual guidance (VIGU) in the Russian ISS segment.

Keywords: space experiment, virtual manual, multimedia, Russian segment of ISS, modeling, program cycles, interface.

Важнейшим элементом программно-технического комплекса, обеспечивающего информационную поддержку экипажа *Международной космической станции* (МКС) при проведении научных экспериментов в орбитальных условиях, является бортовой модуль интерфейса пользователя виртуальных руководств (МИП ВИРУ) [1].

Этот модуль – своего рода сборочный цех, в котором komponуются и воспроизводятся визуальные и акустические сцены, формируемые из массивов разнородной мультимедиа информации [2].

Программный комплекс МИП ВИРУ состоит из процессорных и серверных модулей, разветвленной файловой структуры и хранилища мультимедиа ресурсов (рис. 1).

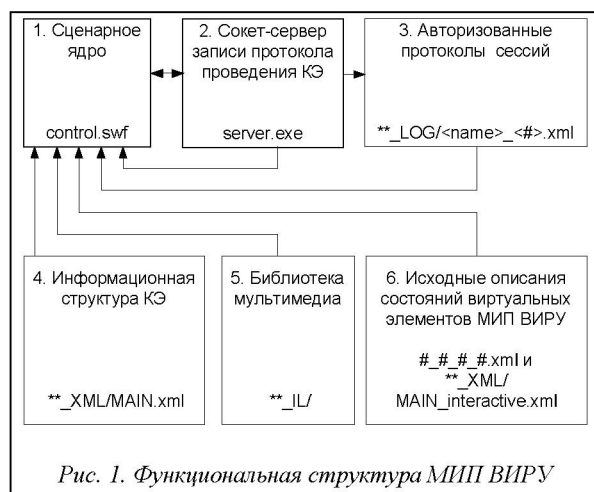


Рис. 1. Функциональная структура МИП ВИРУ

После автономного или внешнего запуска приложения активируются сохраненные или вводятся новые настройки, осуществляется выбор темы, генерируются органы виртуального управления и навигации. Запускается сценарная циклограмма, под управлением которой загружаются и анализируются актуальные управляющие XML-описания и организуется воспроизведение элементов мультимедиа, извлекаемых из хранилища. Визуальные элементы выводятся в окна МИП, которые управляются отдельными программными модулями по специальным ситуационным планам.

В информационном обмене участвуют следующие узлы и информационные блоки:

- структура проекта ****_XML/ MAIN.xml** – считывается ядром;
- ядро **control.swf** – считывает управляющую XML-структуру, файлы библиотеки, исходное или

авторизованное описание состояний виртуальных объектов; формирует протокол хода *космического эксперимента* (КЭ) и параметры текущих состояний виртуальных объектов и передает их сокет-серверу для локальной записи;

- сокет-сервер **server.exe** (2) – принимает от ядра и записывает на жесткий диск **log-файл fscommand/**_LOG/<name>_<#>.xml** по адресу, вводимому оператором при авторизации в начале сессии; внутри этого файла также сохраняется авторизованное описание текущего состояния виртуальных элементов.

В скрипте сервера реализован алгоритм пакетного приема больших массивов данных: производится разбор входной строки на идентификатор и значащую часть, отдельно сохраняется адрес, сегменты данных последовательно суммируются – восстанавливается исходный массив, который затем записывается на диск.

Программный комплекс состоит из общего пакета программ и набора специфических приложений для каждого эксперимента. Папки и файлы конкретных экспериментов индексируются двух-символьными (**) префиксами: RE – Релаксация, UR – Ураган (Альbedo).

Общий раздел комплекса (поставляемый дистрибутив) включает следующие папки и файлы:

- проектор **START.exe**;
- основной исполнительный модуль, подключаемый к проектору, с виртуальными органами управления **control.swf**;
- папка **SOUND** с дикторскими комментариями общесистемных действий оператора (без привязки к конкретным экспериментам);
- оболочка (Skin) органов управления видео, например **SteelExternalAll.swf**;
- папка **fscommand**, включающая сокет-сервер **server.exe**;
- папки ****_LOG** для множества **log-файлов *_LOG/<name>_<session number>.xml**, которые генерируются автоматически и поэтому с дистрибутивом не поставляются;
- папки ****_XML** с управляющими файлами структур и состояний виртуальных объектов (**MAIN** и **MAIN_interactive**).

Все XML-описания начинаются с нулевого тега, характеризующего общее состояние объекта, к которому относится данное описание. В нулевом теге может размещаться и меню данного документа.

Управляющий файл ****_XML/MAIN.xml** содержит иерархическую структуру данной инст-

рукции, адреса условных переходов, коды времени, тексты заголовков и предупреждений. Таким образом, последовательность выполняемых операций представляется в виде простой цепочки, а иерархические признаки дерева и внутренние логические переходы определяются атрибутами и позицией тега блока в дереве.

Приведем состав атрибутов типового тега управляющего XML-файла:

```
<block
  strat="1"
  full_name="Выбор режима космического научно-
  го эксперимента"
  short_name="ВЫБОР РЕЖИМА КЭ"
  condition="next"
  condition_no=" "
  timeNorma="10"
  timeAuto="5"
  text1=" "
  text2=" "
  head3="ПРИМЕЧАНИЕ:"
  text3="Регистрация результатов эксперимента
  обязательна!"
  color3="red"
  ill_name=""
  sprav_text_name=""
  sprav_ill_name=""
  sound_name="Sound 1.mp3"
/>
```

где strat – уровень вложенности информационного блока; full_name – полное имя блока (выводится в строке подсказки); short_name – краткое имя блока (выводится на кнопках Дерева); condition – адрес перехода по выбору логического условия «ДА»; condition_no – адрес перехода по выбору логического условия «НЕТ»; timeNorma – норматив времени на выполнение операции; timeAuto – время автоматического воспроизведения действия; text1 – описание действия на литературном языке; text2 – оригинальное описание действия с использованием спецсимволов; head3 – заголовок поля предупреждений; text3 – текст поля предупреждений; color3 – цветовое оформление поля предупреждений; ill_name – имя файла мультимедиа иллюстрации; sprav_text_name – имя файла текста справки; sprav_ill_name – имя файла иллюстрации к справке; sound_name – имя файла дикторского комментария.

Порядок тегов в общей последовательности определяет очередность их интерпретации.

Для каждого эксперимента созданы индивидуальные библиотеки – папки с файлами ****_П**, в которых размещаются файлы видео- и флэш-анимации в форматах SWF и FLV; фото/графика (JPG), звуковые комментарии к действиям (MP3).

Функциональная последовательность работы ВИРУ реализуется скриптами исполняемого модуля control.swf – в 10 кадрах его шкалы времени

(рис. 2, 3). Она может быть запущена автономным или системным стартом из внешнего административного приложения проектора START.exe.



Рис. 2. Функциональная последовательность работы МИП ВИРУ. Старт, кадры 1–4

Модули control.swf и START.exe написаны на языке сценариев ActionScript [3]. Цикличность работы ВИРУ определяется действиями оператора, сценарными ситуациями и реализуется межкадровыми переходами (рис. 4).

Модуль START.exe представляет собой короткий скрипт, исполняемый в среде так называемого флэш-проектора со встроенным флэш-плеером, подключающим, в свою очередь, главный модуль control.swf. Такая конструкция имеет ряд важных преимуществ. Структура флэш-проектора полностью автономна, обладает высокой степенью за-



крытости и, следовательно, защищенности от внешних несанкционированных воздействий. Проектор автоматически масштабирует моделируемую векторную сцену под любой формат экрана, что дает возможность простого переноса продукта на мобильные устройства или большие аудиторные экраны. Проектор работает в полноэкранном режиме fullscreen, без элементов системного оформления Windows, браузерных обрамлений и т.п., что дает возможность полного авторского контроля визуальной среды. Последнее обстоятельство особенно важно в космических приложениях, где эргономике и психологическим факторам придается большое значение.

Кадр 1. После запуска модуля control.swf выполняются подготовительные операции, в том числе устанавливается связь с сокет-сервером. Система готова к общению с внешней средой.

Кадр 2. Включается ожидание действий оператора, на фоне которого вызываются сохраненные ранее настройки программы. Оператор может изменить их, включив панель настроек, или выбрать тему космического эксперимента.

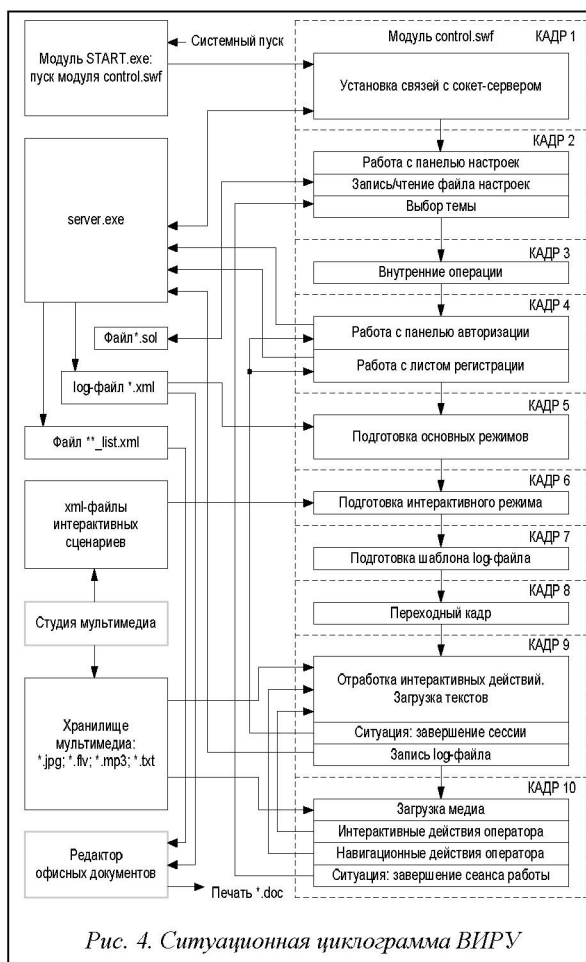
Кадр 3. Выбор темы переводит циклограмму через промежуточный кадр 3 с определением внутренних параметров в кадр 4.

Кадр 4. Активируется панель авторизации для первичного ввода имени оператора и названия сессии; по умолчанию это дата и время включения кадра 4.

Кадры 5–9. При первом включении запускают последовательность подготовительных операций; подключается хранилище мультимедиа.

Кадр 10. Выполняется остановка и ожидаются действия оператора. Это основная позиция интерактивной цепи. Оператор выбирает очередное выполняемое действие кнопками навигации или нажатием блока дерева. Происходит прокрутка короткой цепочки: кадр 9–кадр 10 с загрузкой соответствующей мультимедиа-поддержки. Этот цикл повторяется до завершения сессии.

В ситуации завершения сессии циклограмма переводится в кадр 4, где вызывается панель листа регистрации субъективных оценок эксперимента оператором, выполняется запись этих оценок на



диск, возобновляется работа с панелью авторизации для продолжения работы с данной или ранее сохраненной сессией. Отсюда возможен и переход на страницу выбора темы эксперимента.

Подготовка мультимедиа для ВИРУ производится в наземной студии.

При создании видео, флэш-анимации и графики используется единый максимальный размер кадра 1000×700 пикс. Миниатюры генерируются из этого размера автоматически.

Поле отображения визуальной информации автоматически масштабируется в два формата – макси и мини. Минимальный формат имеет размеры 660×556. Форматы переключаются в зависимости от сценария или кнопкой на нижней панели.

Флэш-анимация монтируется в формате SWF. Клип SWF создается в кадре размером 1000×700 пикс. Графика рисуется в файле JPG качеством 72 pix/inch.

Видео в проекте ВИРУ создается, монтируется и вводится в систему в FLV-формате, без промежуточного SWF-файла, по схеме, представленной на рисунке 5.

Сгенерированный в 3D-пространстве исходный видеоматериал должен иметь следующие параметры: формат – AVI, частота смены кадров – 25, разрешение – 1000×700.

Преобразование *.AVI в *.FLV выполняется конвертором Adobe Media Encoder.

Ориентиром достаточного соотношения качество/объем является сжатие итогового AVI до плотности потока около 10 Мбайт в минуту.

Запись звуковых комментариев осуществляется через студийный микрофон и пульт-микшер компьютерной программой звукозаписи с линейного входа звуковой карты. Прямая запись через

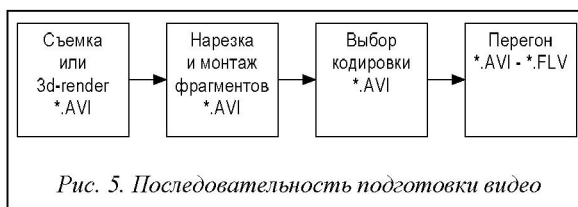


Рис. 5. Последовательность подготовки видео

микрофонный вход звуковой карты не рекомендуется из-за высокого уровня фоновых помех.

Модуль интерфейса пользователя ВИРУ создан в виде динамически переключаемой композиции 50 унифицированных скриптов, которые в дальнейшем будут использоваться при создании бортовых информационных комплексов различного назначения.

Литература

1. Операции и эксперименты на Международной космической станции 25 апреля 2013 года. URL: <http://www.federspace.ru/main.php?id=2&nid=20060> (дата обращения: 15.05.2013).
2. Технические эксперименты и исследования на Российском сегменте МКС. Эксперимент «ВИРУ». URL: <http://www.energia.ru/ru/iss/researches/techn/58.html> (дата обращения: 15.05.2013).
3. Гурский Д. ActionScript 2.0: программирование во Flash MX 2004 для профессионалов. СПб: Питер, 2004. 1088 с.

References

1. Operatsii i eksperimenty na Mezhdunarodnoy kosmicheskoy stantsii 25 aprelya 2013 goda [Operations and experiments on ISS 25 April 2013], available at: <http://www.federspace.ru/main.php?id=2&nid=20060> (accessed 15 May 2013).
2. Tekhnicheskie eksperimenty i issledovaniya na Rossiyskom segmente MKS. Eksperiment "VIRU" [Technical experiments and researches on Russian ISS segment. Experiment "VIRU"], available at: <http://www.energia.ru/ru/iss/researches/techn/58.html> (accessed 15 May 2013).
3. Gursky D., ActionScript 2.0: programmirovaniye vo Flash MX 2004 dlya professionalov [ActionScript 2.0: Flash MX 2004 programming for professionals]. SPb, Piter, 2004.

УДК 004.588, 004.823

ВИРТУАЛЬНЫЕ РУКОВОДСТВА НАУЧНЫМИ КОСМИЧЕСКИМИ ЭКСПЕРИМЕНТАМИ НА БОРТУ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Е.И. Жук, начальник управления; С.С. Обыденков, инженер 1-й категории
(Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева,
ул. Ленина, 4а, г. Королев, 141070, Россия, evgeny.zhuk@mail.ru, gcn2@sfo.ru);
С.И. Кравченко, к.т.н., главный специалист; В.В. Степанов, ведущий инженер;
А.С. Потоцкая, начальник сектора (Донской филиал Центра тренажеростроения,
Платовский просп., 101, г. Новочеркасск, 346400, Россия,
artstory@bk.ru, vvs1706@yandex.ru, arnanowo@ya.ru)

Приведено описание программно-технического комплекса и методологии представления членам экипажа МКС виртуальных руководств космическими экспериментами (ВИРУ). Основанием проводимых разработок является про-