

УДК 004.588, 004.823

Дата подачи статьи: 09.09.15

DOI: 10.15827/0236-235X.112.055-057

ИНФОРМАЦИОННАЯ ПОДДЕРЖКА КОСМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ*В.В. Степанов, ведущий инженер;**Д.А. Андреев, инженер-программист; Е.А. Геркен, инженер**(Донской филиал Центра тренажеростроения,**просп. Платовский, 101, г. Новочеркасск, 346400, Россия, artstory@bk.ru);**С.С. Обыденков, ведущий инженер, gcn2@sfo.ru**(Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева,**ул. Ленина, 4а, г. Королев, Московская обл., 141070, Россия)*

В статье приводятся результаты апробации комплекса виртуальных руководств космическими экспериментами на борту Российского сегмента Международной космической станции. На основе полученного опыта ставится задача перевода научной документации на планшетные компьютеры экипажа. Дается описание нового бортового модуля интерфейса с расширенными функциональными возможностями: версионностью сценария с несколькими уровнями сложности и переключением версий во время работы; расширенным аппаратом настройки начальных условий для более наглядного и точного воспроизведения планируемой работы; доступностью выбора последовательности действий и оперативного ввода начальных условий непосредственно на борту. При этом варьируются сценарии работы и цепочки предписанных действий, состав иллюстративного материала и используемого оборудования, виртуальные модели окружающей среды и показания приборов, значения даты и времени. Отмечается специфическая особенность информационной поддержки космических экспериментов, состоящая в необходимости параллельного сопровождения действий экипажа двумя сюжетными линиями – заранее подготовленной сценарной последовательностью, моделирующей виртуальную среду эксперимента, и произвольным доступом к классическому массиву бортовой документации; при этом ключевые точки виртуального процесса должны быть однозначно увязаны с пунктами документации. Описаны также системные решения и методология интерактивного управления информационным пространством. Уделяется внимание ситуационному поведению оператора, работе с виртуальными органами управления, протоколированию результатов и оценке деятельности экипажа. Подчеркивается, что работа космонавта полностью авторизована на уровне персональных сценариев, которые передаются ему в соответствии с индивидуальной ролью в коллективных экспериментах. Прогнозируются дальнейшее расширение функциональных возможностей программно-аппаратного комплекса информационной поддержки космических экспериментов и существенное повышение удобства, наглядности, оперативности действий операторов, получение высокой скорости доступа к материалам бортовой документации.

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

Одной из главных миссий человека в космосе являются научные исследования. Для их проведения разрабатываются методические документы и комплекс средств информационной поддержки [1]. В настоящее время идет процесс переноса бортовых инструкций с традиционных бумажных носителей на компьютерную основу [2].

С 2011 года экипажами Российского сегмента Международной космической станции (МКС) проводится космический эксперимент ВИРУ [3]. Задача эксперимента – проверить на примере нескольких научных работ («Ураган», «Релаксация» и др.) возможность и эффективность использования для информационной поддержки специально разработанных виртуальных руководств научными космическими экспериментами.

По итогам использования комплекса ВИРУ космонавтами и наземным персоналом был сделан однозначный вывод о целесообразности использования на борту компьютерной (бесбумажной) бортовой документации [4]. В результате исследований создан базис для широкого внедрения на борту МКС виртуальных руководств. В то же время значительно расширились требования к функциональным возможностям электронной бортовой документации (ЭБД), в частности, поставлен вопрос об

использовании для ее обработки и воспроизведения планшетных компьютеров.

До настоящего времени экспертами не принято окончательное решение о выборе мобильной ОС, поэтому создаваемые планшетные прототипы имеют возможность работы на трех основных ОС: Windows, iOS и Android.

Разработана перспективная модификация комплекса ВИРУ в планшетной реализации, обеспечивающая все отработанные ранее функциональные возможности (рис. 1).

По рекомендациям экипажей в систему заложены дополнительные функции.

1. Обеспечена версионность сценария. Система настраивается на несколько степеней сложности представления информации с возможностью перехода от версии к версии во время работы.

2. Введен расширенный аппарат настройки начальных условий для более наглядного и точного воспроизведения планируемой работы. Обеспечен выбор того или иного варианта последовательности действий. Перед проведением работы варианты начальных условий отрабатываются на Земле, преобразуются в файлы обновления, передаваемого на борт. Имеется также возможность их оперативного ввода непосредственно на борту при

работе со специальной панелью модуля интерфейса пользователя. К таким начальным условиям относятся конкретные сценарии работы (цепочки предписанных действий), состав иллюстративного материала в зависимости от используемого оборудования, показания приборов, значения даты и времени и т.д.

3. Виртуальные руководства могут быть использованы для первоначального обучения [5], для получения конкретных справочных данных по тем или иным действиям [6], для восстановления в памяти ранее изученного материала [7], для сопровождения реальной работы, для оценки знаний материала оператором [8]. Для этих целей организованы различные режимы работы программного модуля: произвольный последовательный просмотр операций, автоматическая презентация процессов в рекомендуемом темпе, воспроизведение ранее записанной авторизованной сессии, интерактивный режим работы с виртуальными моделями оборудования.

4. Реализована наземная статистическая обработка полученных результатов в различных аспектах, с графической интерпретацией авторизованных протоколов. При этом анализируются электронные анкеты самих космонавтов, заполняемые после проведения работы, – так называемые листы регистрации, и основной log-файл – пошаговый протокол проведения операций по заданному сценарию.

5. Реализация интерактивного режима и ввод начальных условий обеспечиваются под управлением специального встроенного «сценарного языка описания космических экспериментов», с помощью которого на Земле создаются управляющие XML-файлы частных сценариев.

6. Для обеспечения интерактивного взаимодействия космонавта с информационной средой в иллюстративный материал виртуальных руководств вводятся сенсорные зоны. Оператор воздействует на эти зоны на экране планшета и задает последовательность действий. Виртуальная среда отвечает запрограммированной реакцией, одновременно воспроизводятся мультимедийные информационные ресурсы. Все правильные и ошибочные действия оператора протоколируются для последующего анализа.

В данное время завершается работа над бортовой планшетной версией персонального терминала космонавта, которая подключается для обновления данных к бортовому серверу RSK2 по сети wi-fi.

Работа космонавта полностью авторизована, персональные сценарии передаются ему в соответствии с индивидуальной ролью в коллективных экспериментах [9]. Дальнейшее расширение функциональных возможностей программно-аппаратного комплекса информационной поддержки космических экспериментов существенно повысит удобство, наглядность, оперативность действий



Рис. 1. Главный формат интерфейса ВИРУ в режиме медиа

Fig. 1. The main VIRU interface format in media mode

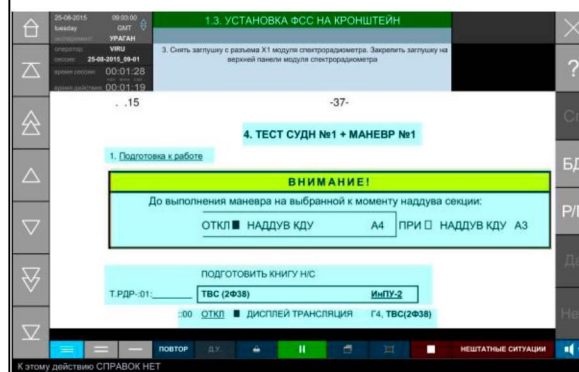


Рис. 2. Экран ВИРУ с фрагментом классической страницы бортовой документации

Fig. 2. VIRU screen with a fragment of an onboard documentation classical page

операторов, обеспечит высокую скорость доступа к материалам бортовой документации.

Специфической особенностью информационной поддержки космических экспериментов является необходимость параллельного сопровождения действий экипажа двумя сюжетными линиями (рис. 2) [10].

С одной стороны, это заранее подготовленная сценарная последовательность, моделирующая виртуальную среду эксперимента, с другой – классический массив бортовой документации.

Ключевые точки виртуального процесса при этом должны быть однозначно взаимосвязаны с пунктами документации. Для реализации такой взаимосвязи предусматриваются органы управления, позволяющие быстро переключать тип доступа к информации, осуществлять переходы по гиперссылкам, синхронизировать динамические процессы и обеспечивать непрерывность обеих линий информационной поддержки.

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: 15.05.2015).

2. Технические эксперименты и исследования на Российском сегменте МКС. Эксперимент «ВИРУ». URL: <http://www.energia.ru/ru/iss/researches/techn/58.html> (дата обращения: 15.05.2015).

3. Жук Е.И., Гуторов А.М. Применение виртуальных руководств при подготовке к проведению научных исследований на пилотируемых орбитальных комплексах. Научные чтения памяти К.Э. Циолковского, Калуга, 2009. URL: <http://readings.gmik.ru/lecture/2009-primenenie-virtualnih-rukovodstv-pri-podgotovke-k-provedeniyu-nauchnih-issledovaniy-na-pilotiruemih-orbitalnih-kompleksah> (дата обращения: 15.05.2015).

4. Кравченко С.И. Бортовой модуль информационной поддержки экипажа Международной космической станции // Программные продукты и системы. 2013. № 3 (103). С. 68–72.

5. Душенко А.Г., Арестов Д.С. Многофункциональная информационная система поддержки действий экипажа // Программные продукты и системы. 2013. № 3 (103). С. 54–61.

6. Осипов В.П., Сивакова Т.В., Судаков В.А., Трахтенгерц Э.А., Загребев Б.В. Методологические основы поддержки

принятия решений при планировании научно-прикладных исследований и экспериментов на Международной космической станции (МКС) // Электротехнические и информационные комплексы и системы. 2013. № 3 (9). С. 81–88.

7. Михеев А.М., Семочкина И.Ю. 3d-моделирование в интеллектуальной информационной системе поддержки научного эксперимента для систем мониторинга и контроля изделий ракетно-космической техники // Надежность и качество сложных систем. 2013. № 4. С. 28–32.

8. Забавникова Т.Ю. Элементы эргономики проблеме проектирования интерфейса // Вестн. Тамбовского ун-та: Сер. Естественные и технические науки. 2009. № 1 (14). С. 227–228.

9. Мельникова Р.В. Проектирование пользовательского интерфейса // Восточ.-Европ. журн. передовых технологий. 2010. № 8 (48). С. 18–20.

10. Быстров Д.А. Архитектуры презентационной системы образовательного насыщенного мультимедиа контента // Образовательные технологии и общество. 2007. № 4 (10). С. 329–338.

DOI: 10.15827/0236-235X.112.055-057

Received 09.09.15

THE INFORMATION SUPPORT FOR SPACE EXPERIMENTS

Stepanov V.V., Leading Engineer; Andreev D.A., Engineer-Programmer; Gerken E.A., Engineer

(Don Branch of the Space Simulator Center,

Platovsky Av. 101, Novocherkassk, 346400, Russian Federation, artstory@bk.ru;

Obydenov S.S., Leading Engineer

(S.P. Korolev Rocket and Space Public Corporation Energia,

Lenina St. 4a, Korolev, Moscow Reg., 141070, Russian Federation, gcn2@sfoc.ru)

Abstract. The article presents the results of testing the virtual manuals for space experiments on board the Russian section of the ISS. Based on this experience the authors set a problem of transferring scientific documentation to crew tablets. The paper presents a description of the new onboard interface module with advanced features such as versioning script with multiple levels of difficulty and switching versions during operation; advanced configuration device of initial conditions for more intuitive and accurate reproduction of planned work; affordable choice of sequence and real-time input of the initial conditions on board. Therefore, there is a variation of operating scenarios and chains of the prescribed actions, the composition of illustrative material and the used equipment, environment virtual models and readings, date and time. There is a specific feature of space experiments information support consisting in the need of crew actions parallel support by two subplots, which are: prearranged scenario sequence simulating a virtual environment for an experiment, and random access to a classic array of board documentation. In this case key points of the virtual process should be clearly linked to the document items. The paper also describes system solutions and a methodology of information space interactive management. The attention is paid to operator's situational behavior, virtual controls work, results logging and crew evaluation. It is emphasized that the astronaut's work is fully authorized on the level of personal scenarios that are transferred in accordance with his individual role in the collective experiments. The authors predict further extension of functionality of hardware and software package of space experiments information support, as well as a significant increase in convenience, visibility, operators' efficiency, obtaining high speed of access to onboard documentation.

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

References

1. *Operatsii i eksperimenty na Mezhdunarodnoy kosmicheskoy stantsii 25 aprelya 2013 goda* [Operations and experiments at the ISS on April 25, 2013]. Available at: <http://www.federalspace.ru/main.php?id=2&nid=20060> (accessed May 15, 2015).

2. *Technical experiments and researches on the Russian segment of ISS. "VIRU" experiment.* Available at: <http://www.energia.ru/ru/iss/researches/techn/58.html> (accessed May 15, 2015).

3. Zhuk E.I., Gutorov A.M. Using of the virtual managements for preparation to scientific researches on piloted orbital complexes. *Nauchnye chteniya pamyati K.E. Tsiolkovskogo* [Scientific readings in memory of K.E. Tsiolkovsky]. Kaluga, 2009. Available at: <http://readings.gmik.ru/lecture/2009-primenenie-virtualnih-rukovodstv-pri-podgotovke-k-provedeniyu-nauchnih-issledovaniy-na-pilotiruemih-orbitalnih-kompleksah> (accessed May 15, 2015).

4. Kravchenko S.I. The onboard module for information support of the international space station crew. *Programmnye produkty i sistemy* [Software & Systems]. 2013, no. 3 (103), pp. 68–72 (in Russ.).

5. Dushenko A.G., Arestov D.S. Multifunctional crew activity support information system. *Programmnye produkty i sistemy* [Software & Systems]. 2013, no. 3 (103), pp. 54–61 (in Russ.).

6. Osipov V.P., Sivakova T.V., Sudakov V.A., Trakhtengerts E.A., Zagrebев B.V. Methodological base of decision-making support when planning scientific and applied research and experiments at the International Space Station (ISS). *Elektrotekhnicheskie i informatsionnye komplekсы i sistemy* [Electrical and data processing facilities and systems], 2013, no. 3 (9), pp. 81–88 (in Russ.).

7. Mikheev A.M., Syomochkina I.Yu. 3d-modeling in the science experiment support intelligent information system for rocket-and-space monitoring and control system. *Nadezhnost i kachestvo slozhnykh sistem* [Quality and Reliability of Complex Systems], 2013, no. 4, pp. 28–32 (in Russ.).

8. Zabavnikova T.Yu. Ergonomics elements for the interface design problem. *Vestnik Tambovskogo universiteta. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Tambov Univ. Reports. Series: Natural and Technical Sciences], 2009, no. 1 (14), pp. 227–228 (in Russ.).

9. Melnikova R.V. User interface design. *Vostochno-Evropeysky zhurnal peredovykh technology* [Eastern-European Journal of Enterprise Technologies], no. 8 (48), pp. 18–20 (in Russ.).

10. Byistrov D.A. Architecture of a learning multimedia content presentation system. *Obrazovatelnye tekhnologii i obshchestvo* [Educational Technology and Society], 2007, no. 4 (10), pp. 329–338 (in Russ.).