УДК 004.588, 004.823
DOI: 10.15827/0236-235X.112.045-048
Дата подачи статьи: 09.09.15

БОРТОВОЙ КОМПЛЕКС МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ (РОССИЙСКИЙ СЕГМЕНТ)

С.И. Кравченко, к.т.н., начальник сектора, artstory@bk.ru;
Д.А. Андреев, инженер-программист;
Д.В. Брунько, инженер
(Донской филиал Центра тренажеростроения, просп. Платовский, 101, г. Новочеркасск, 346400, Россия);
Е.Б. Горбачев, инженер, evgeniy.gorbachev@sfoc.ru
(Ракетно-космическая корпорация «Энергия» им. С.П. Королева, ул. Ленина, 4а, г. Королев, Московская обл., 141070, Россия)

В статье приведено описание нового бортового комплекса для представления членам экипажа Российского сегмента Международной космической станции электронной бортовой документации. Отмечается, что для обеспечения информационных систем пилотируемых космических кораблей и станций электронной бортовой документацией на Земле должна заранее выполняться разработка документов в специфических, совместимых с бортовым интерфейсом форматах. Выделяется наиболее ответственный этап технологического процесса подготовки – преобразование информации в бортовых условиях. Формулируются основные задачи бортового комплекса: прием и распаковка пакетов обновления, серверная конверсия документов в совместимый формат, сборка композиций по файлам наземной разметки, рассылка авторизованных обновлений на планшетные компьютеры экипажа, воспроизведение информации на планшетах и обеспечение индивидуальной поддержки космонавта в соответствии с его ролью, протоколирование работы персонала. Приводятся схема и состав утилит специального ПО бортового комплекса. Подробно описываются алгоритм работы элементов схемы и методология обновления ресурсов, состоящие в конверсии полученного описания страницы в графическую форму, позиционировании файлов на бортовом файл-сервере в индексированных папках, реконструкции документов при наличии в обновлении соответствующих файлов разметки**,** сборке документов в том виде, в каком они были сформированы на Земле. Особое внимание уделяется процессу обновления персональной базы документов на планшете пользователя, который может выполняться автоматически или по согласованию с оператором; при этом оператор инициирует обновление после получения извещения о готовности канала и нажимает на кнопку обновления функциональной панели персонального интерфейса. Подчеркивается, что все остальные сервисные операции с доставляемыми пакетами обновления выполняются автоматически, без участия экипажа.

Ключевые слова: *бортовая документация, модуль интерфейса, мультимедиа, Российский сегмент МКС, бортовая информационная система.*

Для обеспечения информационных систем пилотируемых космических кораблей и станций *электронной бортовой документацией* (ЭБД) [1] на Земле ведется разработка документов в специфических, совместимых с бортовым интерфейсом форматах [2]. Наиболее ответственным этапом технологического процесса подготовки ЭБД является преобразование информации в бортовых условиях [3].

После доставки пакета обновления на борту должны решаться следующие задачи:

– прием и распаковка пакетов обновления ЭБД;

– серверная конверсия элементов ЭБД в совместимый формат;

– сборка композиций по файлам наземной разметки;

– рассылка авторизованных обновлений на планшетные компьютеры членов экипажа;

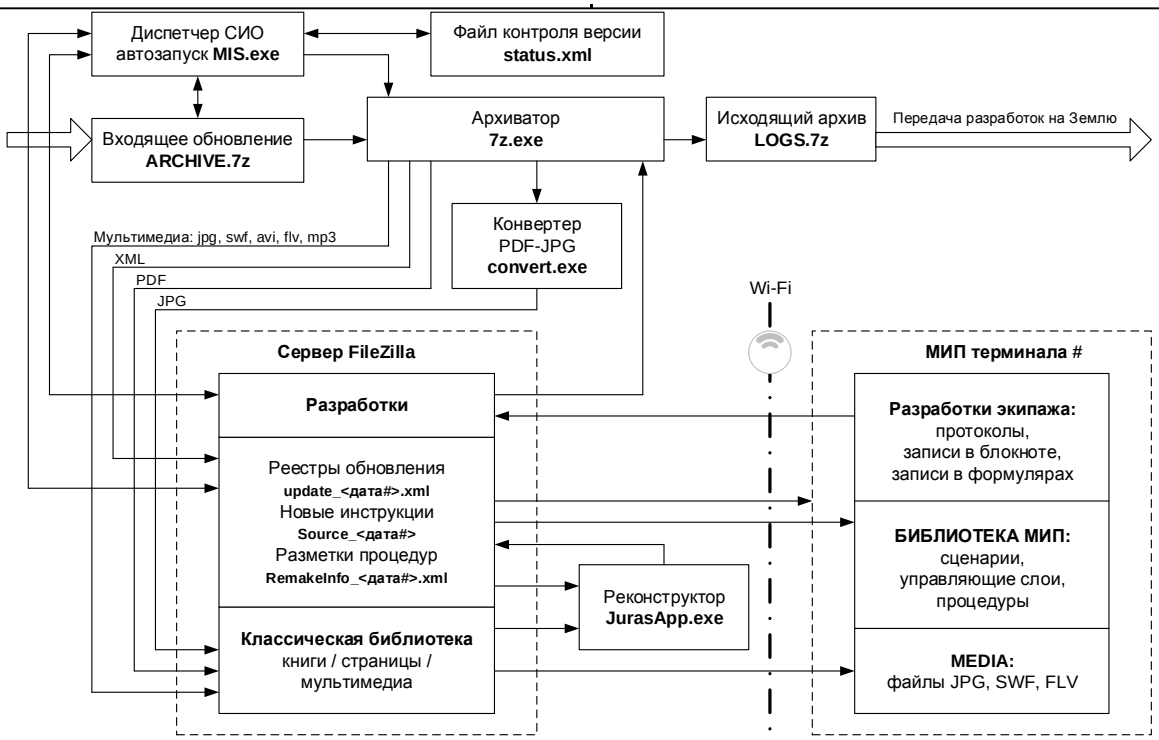
– воспроизведение ЭБД на планшетах, обеспечение полной информационной поддержки каждого космонавта в соответствии с его ролью [4];

– протоколирование работы персонала, передача пакетов бортовому серверу и далее на Землю для анализа и архивирования [5].

Для реализации такой последовательности на приемной стороне (на бортовом сервере RSK2) устанавливается комплекс специального ПО (см. рисунок).

В состав утилит бортового комплекса входят диспетчер *системы информационного обеспечения* (СИО) *многофункциональной информационной системы* (МИС) **MIS.exe**; архиватор **7z.exe**; конвертер форматов PDF – JPG **convert.exe**; файл-сервер **FileZilla**; реконструктор разметки процедур **JurasApp.exe**; терминальные *модули интерфейса пользователя* (МИП) на сервере и планшетах экипажа.

Диспетчер **MIS.exe** стартует на бортовом сервере в качестве объекта автозапуска. Он отслеживает доставку на борт обновления **archive.7z**. Версия входящего архива **archive.7z** сравнивается с мета-данными в файле **status.xml,** и, если входящий архив более поздний по времени доставки,



Утилиты бортового комплекса МИС

Onboard utility software in a multifunctional information system

чем предыдущий, инициализируется процесс распаковки пуском программы **7z.exe** в режиме командной строки с аргументами:

<адрес архива 7z> -o<адрес папки назначения>.

Каждый полученный файл PDF-описания страницы конвертируется в графическую форму JPG модулем **convert.exe** в режиме командной строки с аргументами:

-density 300 <адрес pdf> -scale 1612 x 2280 -alpha remove <адрес jpg>.

Файлы JPG визуальной основы ЭБД позиционируются на сервере **FileZilla** в папку **Classic Library** (первичная загрузка) или в индексированные папки **Source_<дата#>** (для частичных досылок или нетиповых инструкций).

После этого в файле **status.xml** фиксируется время создания (версия) архива, из которого производилось текущее обновление.

Файлы реестров обновления **update_<дата#>.xml** и файлы разметок реконструкции *нетиповых инструкций* (НИ) **RemakeInfo_<дата#>** помещаются в корневую директорию сервера **FileZilla**. Там же находится серверное хранилище дополнительных иллюстраций и звукового сопровождения **Classic Library/Media**.

Следующим этапом обработки информации является реконструкция НИ при наличии в обновлении соответствующих файлов разметки **RemakeInfo_<дата#>**. По этим разметкам программа **JurasApp.exe** выполняет «повторную сборку» документов в том виде, в каком они были сформированы на Земле. Источником материалов является **Classic Library**, результат реконструкции размещается в «перевалочной базе» **Source_<дата#>**.

Завершающий этап процесса – обновление персональной ЭБД на планшете пользователя по его инициативе. Оператор соглашается на обновление после получения на экране и в голосовой форме извещения о готовности канала. Он нажимает на кнопку обновления функциональной панели персонального МИП.

МИП обращается к соответствующему файлу **update_<дата#>.xml** и по содержащимся в нем атрибутам выполняет загрузку обновления в свою локальную библиотеку ЭБД **BIBL**. Процесс загрузки индицируется слайдером в нижней части экрана.

Предусмотрена также обратная передача данных по каналу борт–Земля. На Землю отправляются лог-файлы с протоколами поведения операторов и авторизованные разработки экипажа, например, результаты проектирования внутренних инструкций на автономном модуле планирования, записи в блокноте и т.п.

Передача осуществляется upload-командами ftp-протокола из МИП на файл-сервер **fileZilla**. Во временном хранилище данных сервера создается папка пользователя для аккумуляции лог-файлов, отправляемых на файл-сервер РС МКС. Формиру-

ется очередь пакетов данных на передачу в соответствии с содержимым папок МИП **Content/ LOG/<user>/log_<дата>.xml**.

В заданной по компьютерному времени периодичности диспетчер **MIS.exe** пытается инициировать отправку данных файл-серверу РС МКС. Для этого проверяется папка **LOG**. Если папка не пуста, программа осуществляет ее упаковку в архив **LOGS.7z** пуском программы **7z.exe** в режиме командной строки с аргументами:

a <адрес архива 7z> <адрес папки LOG >.

Затем осуществляется перенос содержимого временного хранилища лог-файлов **LOG** в постоянное хранилище **Output Information**.

После успешной передачи лог-файлы из временного хранилища удаляются.

Исходящий архив **LOGS.7z** отправляется на Землю по расписанию работы канала связи борт–Земля средствами бортовой связи.

Таким образом, все сервисные операции с ЭБД выполняются автоматически, без участия экипажа.

Описанный бортовой комплекс МИС обеспечивает существенные преимущества по сравнению с бумажной документацией и предлагавшейся ранее в работе [4] технологией полной переработки данных в компьютерном терминале на рабочем месте космонавта.

Наиболее затратные и ненадежные вычислительные процедуры перенесены из бортовых алгоритмов реального времени на этап наземной офисной работы. Доставляемый на борт исходный массив обновляемых данных представляет собой полуфабрикат, готовый к быстрой переработке.

Значительная часть операций переработки осуществляется на бортовом сервере с единственной операционной системой (Windows). Роль персонального, как правило, планшетного, терминала сводится к сборке электронного документа из мультимедийных и интерактивных составляющих.

Существенно повышается надежность взаимосвязей между элементами страницы бортовой документации на всех этапах ее формирования и преобразования.

Появляется возможность реализации терминальных МИП на различных операционных системах (Windows, Android, iOS) с их минимальной взаимной адаптацией.

Впервые обеспечивается гибкая дисциплина контроля актуальности и ежедневного персонализированного обновления информации на личных планшетах членов экипажа в соответствии с их ролью и компетенцией [6].

Кроме того, значительно ускоряется реакция системы, что особенно важно при принятии решений в нештатных ситуациях [7], обеспечивается непрерывное протоколирование действий экипажа в информационном пространстве [8], а также реализуется комплекс мероприятий по ситуационному анализу и автоматизированной объективной оценке деятельности членов экипажа [9, 10] по итогам миссии.

Литература

1. Операции и эксперименты на Международной космической станции 25 апреля 2013 года. URL: http://www.federalspace.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. Кравченко С.И. Бортовой модуль информационной поддержки экипажа Международной космической станции // Программные продукты и системы. 2013. № 3 (103). С. 68–72.

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

5. Жук Е.И., Гуторов А.М. Применение виртуальных руководств при подготовке к проведению научных исследований на пилотируемых орбитальных комплексах: Науч. 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).

6. Милицин А.В., Самсонов В.Н., Ходак В.А. и др. Отображение информации в Центре управления космическими полетами. М.: Радио и связь, 1982. 192 с.

7. Соловьев В.А., Лысенко Л.Н., Любинский В.Е. Управление космическими полетами. Ч. 2. Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. 205 с.

8. Беляев М.Ю. Научные эксперименты на космических кораблях и орбитальных станциях. М.: Машиностроение, 1984. 264 с.

9. Девятков В.В. Системы искусственного интеллекта. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 352 с.

10. Любинский В.Е., Станиловская В.И. Планирование полета длительно функционирующих пилотируемых космических аппаратов // Космонавтика и ракетостроение. 2004. № 4 (37). С. 98–104.

DOI: 10.15827/0236-235X.112.045-048 Received 09.09.15

THE ONBOARD MULTIFUNCTIONAL INFORMATION COMPLEX OF THE INTERNATIONAL SPACE STATION (RUSSIAN SECTION)

***Kravchenko S.I.**, Ph.D. (Engineering), Head of Sector, artstory@bk.ru;*
***Andreev D.A.**, Engineer-Programmer;*
***Brunko D.V.**, Engineer*
(Don Branch of the Space Simulator Center,
Platovsky Av. 101, Novocherkassk, 346400, Russian Federation);
***Gorbachev E.B.**, Engineer, evgeniy.gorbachev@sfoc.ru*
(S.P. Korolev Rocket and Space Public Corporation Energia,
Lenina St. 4a, Korolev, Moskow Reg., 141070, Russian Federation)

Abstract. The paper describes the new onboard set to provide the Russian ISS Segment crew with electronic documentation. It is noted that to support manned space ships and stations information systems with onboard electronic documentation,

the documents should be carried out in the formats compatible with onboard interface. The paper highlights the most important stage of the process of preparation. It is the onboard data conversion. The main tasks of onboard complex are reception and unpacking service packs, server conversion of documents in compatible format, compositions assembly by land marking files, mailing authorized updates to the crew's Tablet PCs, information reproduction on the plates and providing individual support of an astronaut according to his role, staff logging. The paper gives the scheme and the composition of the board complex special software utilities. It also describes in detail the algorithm of the circuit elements and the methodology of resources update, which mean converting received page description in a graphic form, files positioning in the onboard file server, documents updating when there are appropriate markup files, documents collection in the form in they were formed on the Earth. Particular attention is paid to the process of updating the personal documents database on the user's tablet that can be run automatically or by agreement with the operator, who initiates the update after receiving the notice and clicks the refresh button on personal interface panel. It is emphasized that all other service operations with delivered updates are performed automatically without crew.

Keywords: onboard documentation, interface module, multimedia, Russian segment of the ISS, onboard information system.

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. 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.).

4. 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.).

5. 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).

6. Militsin A.V., Samsonov V.N., Khodak V.A. *Otobrazhenie informatsii v Tsentre upravleniya kosmicheskimi poletami* [Display information in the Mission Control Center]. Moscow, Radio i svyaz Publ., 1982, 192 p.

7. Solovyov V.A., Lysenko L.N., Lyubinsky V.E. *Upravlenie kosmicheskimi poletami* [Mission Control]. Part 2. N.E. Bauman MSTU Publ., 2010, 205 p.

8. Belyaev M.Yu. *Nauchnye eksperimenty na kosmicheskikh korablyakh i orbitalnykh stantsiyakh* [Scientific Experiments on Spacecrafts and Orbital Stations]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1984, 264 p.

9. Devyatkov V.V. *Sistemy iskusstvennogo intellekta* [Artificial Intelligence Systems]. Moscow, N.E. Bauman MSTU Publ., 2001, 352 p.

10. Lubinsky V.E., Stanilovskaya V.I. Flight Planning for Long Operating Manned Spacecrafts. *Kosmonavtika i raketostroenie* [Cosmonautics and Rocket Engineering]. 2004, no. 4 (37), pp. 98–104.

Реклама

Центр тренажеростроения и подготовки персонала

предлагает свои услуги по созданию молодежных образовательно-познавательно-развлекательных Космоцентров под ключ в любом городе России.

Подробности на сайте
www.simct.ru