

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 ppi/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

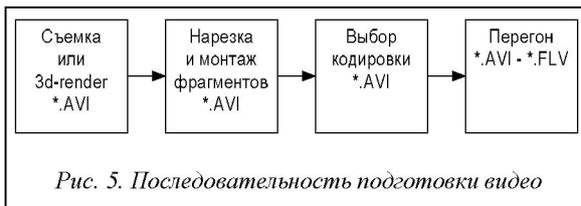


Рис. 5. Последовательность подготовки видео

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. Обьденов, инженер 1-й категории
(Ракетно-космическая корпорация «Энергия» и.м. С.П. Королева,
ул. Ленина, 4а, г. Королев, 141070, Россия, evgeny.zhuk@mail.ru, gcn2@sfofoc.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, annanowo@ya.ru)*

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

грамма орбитальных научных исследований. Обсуждаются аспекты эффективности и удобства электронной бортовой документации, перечисляются преимущества виртуальных руководств. Виртуальная бортовая документация должна обеспечить существенное снижение времени доступа к разделам, уменьшение веса бортовых библиотек и занимаемого ими полезного объема. Работа с виртуальными руководствами поддается автоматизированной оценке правильности действий экипажа. Описана методика наземной подготовки мультимедиа-материалов, дополняющих традиционное текстовое содержание бортовых инструкций. Сформулированы основные положения, использованные при создании специального программного обеспечения: преемственность с классическим составом документации, расширенное применение мультимедиа, акцентированное введение перекрестных ссылок. Описан сценарный подход к формированию смысловой базы ВИРУ и управляемые элементы сценария: визуальные художественные объекты, виртуальные органы навигации, входные и выходные информационные потоки. Приводятся функциональные схемы, состав программных средств, экранные форматы интерфейса. Описываются внутренние приложения программного комплекса. Конкретизируются требования к операционной системе. Делается выбор основного языка сценарного программирования ActionScript. Уделяется внимание практическим результатам эксплуатации системы в космических условиях.

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

VIRTUAL USER MANUALS FOR THE ONBOARD SCIENTIFIC EXPERIMENTS IN THE INTERNATIONAL SPACE STATION

Zhuk E.I., head of department, Obydenov S.S., engineer 1st category

(RSC «Energia», Lenina St., 4a, Korolev, 141070, Russia, evgeny.zhuk@mail.ru, gen2@sfoc.ru);

Kravchenko S.I., Ph.D., chief specialist; Stepanov V.V., leading engineer; Pototskaya A.S., head of sector

(Don Branch of the Space Simulator Center, Platovskiy Av., 101, Novocherkassk, 346400, Russia, artstory@bk.ru, vvs1706@yandex.ru, amnanowo@ya.ru)

Abstract. The article describes the software and hardware suite and the methodology of presenting onboard virtual guidance (VIGU) for space experiments in Russian ISS segment. This development is based on Russian program of the orbital scientific researches. The aspects of efficiency and convenience of electronic on-board documentation are discussed, there are lists the virtual manuals advantages. Virtual onboard documentation should provide a significant time reduction when accessing to sections, reduction of on-board libraries physical weight and useful space occupied by them. Working with VIGU can be automatically evaluated with a view to the crew performance assessment. The article describes the methodology of ground-based multimedia materials preparing that complement traditional text content of on-board instructions. The basic principles used for creation of special software are defined. They are: continuity with a classical documentation composition, multimedia extended using, cross-references introduction. The article describes a scenario approach to the formation of VIGU semantic database and managed scenario elements: visual art objects, virtual navigation organs, input and output data streams. There is function chart, software composition, interface screen formats. The internal software system applications are described. The requirements to an operating system are specified. The choice of ActionScript scenario programming language is made. Special attention is paid to the practical results of system service in space.

Keywords: space experiment, virtual guidance, multimedia, Russian ISS segment, modeling, interface.

Программа проведения научных исследований на борту Российского сегмента (РС) Международной космической станции (МКС) включает эксперимент «Виртуальные руководства научными космическими экспериментами» (ВИРУ), целью которого является сравнительный анализ эффективности подготовки и проведения операторами космических экспериментов (КЭ) с использованием нового вида электронной бортовой документации – альтернативы традиционным бумажным инструкциям. Результатом эксперимента должен быть вывод о целесообразности использования на борту компьютерной безбумажной технологии [1].

Для проведения эксперимента ВИРУ создан и эксплуатируется, начиная с 34-й экспедиции МКС, программно-технический комплекс, включающий наземную и бортовую части [2]. На Земле осуществляются предварительное обучение экипажей, студийная подготовка мультимедиа-материалов, компоновка и редактирование управляющих XML-структур, обработка и анализ log-файлов, поступающих с орбиты по итогам сеансов работы экипажей [3].

Основные преимущества бортового комплекса ВИРУ:

- широкое использование средств мультимедиа наряду с традиционной, тестовой, подачей инструктивного материала;
- быстрый доступ к разделам документа;
- перекрестные связи разделов инструкции с соответствующими справочными данными и описаниями возможных нештатных ситуаций;
- автоматическое формирование log-файлов, характеризующих действия оператора при прохождении предписанной последовательности действий;
- возможность ведения экипажем листа регистрации с субъективными оценками их работы с виртуальными руководствами; эти данные после проведения КЭ передаются по российским каналам связи на Землю, где происходит их обработка.

В настоящее время для проведения КЭ ВИРУ на борту МКС используется персональный компьютер RSK2 (Think Pad A61P). Ограниченные возможности бортовой вычислительной техники определили общий подход к структуре и методологии проекта.

При создании специального ПО ВИРУ исходили из следующих положений.

1. Семантика информационных массивов в значительной степени остается традиционной. Это делается для поддержания преемственности в обучении экипажей, сохранения достижений отечественной школы подготовки космонавтов. Сохранены рубрикация бумажной бортовой документации, последовательность подачи материала, разбиение содержания на разделы и бортовые процедуры, компоновка справочного материала. Введена возможность отображения текста выполняемых действий в таком же виде, в каком он представлен в бумажной бортовой документации – со специальными символами и принятыми сокращениями.

2. ВИРУ строится на принципах мультимедиа. Обеспечивается связная подача графического, видео- и анимационного иллюстративного материала, сопровождаемого дикторскими голосовыми комментариями и рекомендациями; такая компоновка позволяет воспроизводить виртуальное руководство в виде фильма, который можно остановить и прокрутить снова с заданной точки.

3. Действия с экспериментальным оборудованием в интерьерах МКС отображаются в композиции с 3D-моделями внутренних пространств станции.

4. Для информационного обеспечения бортовой части комплекса основная обработка и подготовка мультимедийных материалов выполняются на Земле; орбитальные средства ориентируются на быстрый доступ к локальным хранилищам информации.

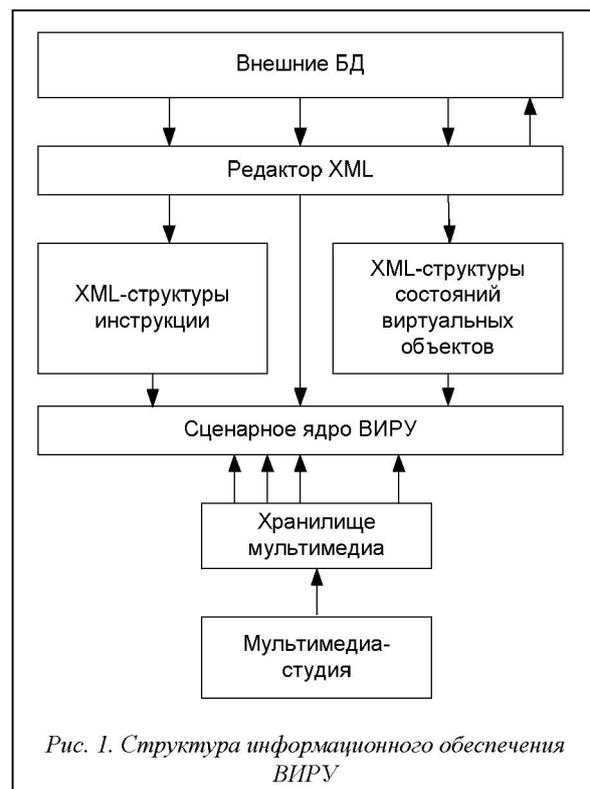
5. Виртуальные руководства конфигурируются в целевые версии: для первоначального обучения экипажей, получения конкретных справочных данных по предписанным действиям, сопровождения реальной работы, оценки знаний оператора. Поддерживается возможность использования комплекса ВИРУ для любых новых КЭ без изменения программного кода.

6. Терминальные модули ВИРУ создаются для использования в условиях повышенной мобильности, имеют возможность адаптации к персональным предпочтениям. Разработана версия для планшетного компьютера под ОС Windows.

Для реализации этих принципов в комплекс ВИРУ включены сценарное ядро, процессорные и сетевые утилиты, библиотека управляющих XML-файлов и хранилище мультимедиа-ресурсов.

Модуль ВИРУ – мощный процессорный узел, в котором в заданном порядке компонуются и воспроизводятся визуальные и акустические сцены, формируемые из массивов разнородной информации. Эта информация предварительно обрабатывается, приводится к единым форматам и пространству имен, дополняется специально создаваемыми 3D-, видео- и звуковыми клипами.

На рисунке 1 представлена информационная схема комплекса ВИРУ.



Информационное обеспечение ВИРУ на уровне управления осуществляется внешним редактором, формирующим XML-структуры на основе традиционной БД. Редактор связывает наличные массивы мультимедиа и классической информации в сложную адресную сеть, обеспечивая возможность быстрого доступа к содержимому хранилищ мультимедиа и файловым структурам БД.

При разработке ВИРУ применен так называемый сценарный подход к планированию, подготовке и реализации процессов информационной поддержки экипажа.

Сценарное программирование заключается в создании для каждого моделируемого процесса индивидуальной управляемой временной шкалы. Процессы, визуальные и параметрические модели объектов вкладываются друг в друга, как в реальной среде. В результате формируется программная конструкция, адекватно моделирующая иерархию элементов реального объекта или процесса, создается виртуальный прототип реального объекта.

В программном смысле сценарий – это распределенная по управляемой шкале времени совокупность команд, обработчиков событий, ссылок, условных и безусловных функций и операторов, обеспечивающих ситуационное моделирование и воспроизведение визуальных, акустических, текстовых и иных информационных блоков. Такой аспект программирования идеально подходит для

задач информационной поддержки действий космонавтов и наземного персонала. Сценарное ядро контролируется внешними XML-описаниями, на основе которых специальными программными синтезаторами формируются

- визуальные оболочки и художественные элементы;
- виртуальные органы навигации;
- множества переменных, определяющих свойства системы;
- входные и выходные информационные потоки;
- локальные настройки и регулировки.

Сценарное ядро генерирует векторную графическую информацию, подключает текстовые и звуковые фрагменты, управляет средствами виртуальной (2D-3D) реальности и терминальными подсистемами, взаимодействует со средствами отображения и сетевой системой.

В качестве программной платформы для реализации сценариев ВИРУ выбран специальный сценарный язык ActionScript, ориентированный на исполнение мультимедиа-сценариев. В его арсенале имеются специальные функции обработки временных последовательностей, покадровое представление временной шкалы, эффективные средства взаимодействия с мультимедиа-приложениями. Имеется мощный аппарат создания и внедрения анимированной векторной графики.

Главной точкой привязки мультимедиа к управляющей структуре является действие – нижний уровень иерархического дерева. Однако иллюстрации и дикторские комментарии могут сопровождать любой из выбранных пунктов на любом иерархическом уровне: от всплывающего заголовка или предупреждения до одиночного воздействия на активный элемент сцены.

После автономного или внешнего запуска программы 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 окнах ВИРУ, управляемых отдельными программными модулями по специальным ситуационным планам.

Программный комплекс не требует установки и устанавливается на персональный компьютер простым копированием в произвольную папку. Продукт работает под управлением ОС Windows 2000/XP/Vista/7/8 и нечувствителен к смене сервис-пакетов и обновлениям.

Программный комплекс состоит из общего пакета программ и набора специфических приложений для каждого эксперимента.

Главный управляющий XML-файл содержит иерархическую структуру данной инструкции, условные переходы, коды времени, тексты заголовков и текстовых полей, предупреждения.

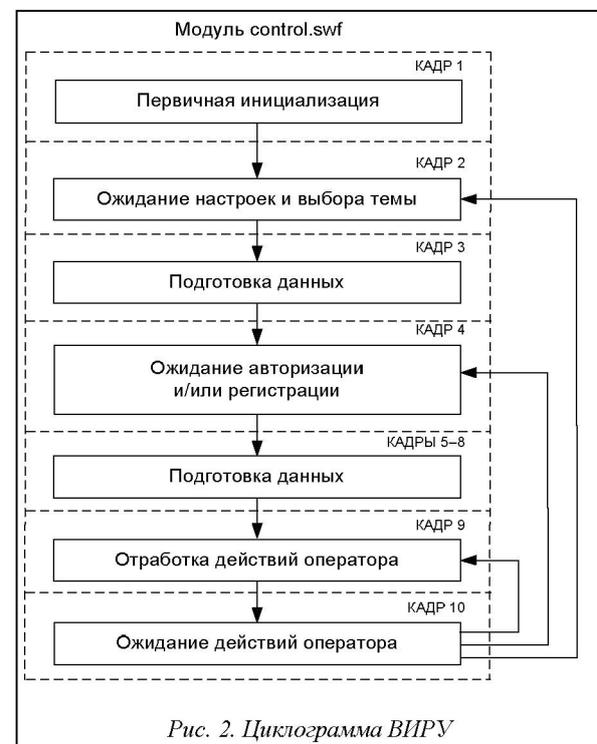
Информация для каждого блока, в том числе иерархическая, вводится в виде атрибутов. Последовательность выполняемых операций представляется в виде простой цепочки, а иерархические признаки дерева и внутренние логические переходы определяются атрибутами и позицией тега в дереве.

Для каждого эксперимента созданы индивидуальные библиотеки, в которых размещаются файлы видео- и флэш-анимации (упакованные в форматы SWF и FLV), фото/графика (JPG), звуковые комментарии к действиям (mp3).

Сценарий ВИРУ реализуется в 10 кадрах шкалы времени главного исполняемого модуля control.swf, варианты обхода которого зависят от поведения оператора.

В процессе также участвуют скрипты проектора START.exe и сокет-сервера server.exe.

Ситуационная циклограмма межкадровых переходов и межмодульного взаимодействия приведена на рисунке 2.



Работа с комплексом начинается с главной страницы, которая содержит кнопки выбора космического эксперимента и вызова панели настроек.

Параметры настроек сохраняются на жестком диске.

Выбранная сессия ВИРУ начинается с заполнения страницы авторизации. Вводятся имя оператора и номер сессии, а также выбирается один

из режимов работы: произвольный просмотр, автопрезентация эксперимента, интерактивная работа, воспроизведение записанной сессии.

Режим произвольного просмотра позволяет оператору осуществлять неограниченную навигацию внутри темы КЭ. При этом отображаются время пребывания оператора в данном пункте, общее время сессии, создается протокол сессии.

В режиме автопрезентации воспроизводится рекомендованная последовательность действий в заданном темпе. Протокол действий оператора не создается.

При выборе интерактивного режима в сцену вводятся активные зоны, на которые оператор воздействует касанием руки (сенсорный экран планшета) или нажатием кнопки мыши. Имитируется присутствие оператора в пространстве объекта.

Для воспроизведения авторизованной сессии по ее записанному log-файлу в режиме 4 имя сессии вводится в первую строку панели авторизации, дата-время записи – во вторую строку. По нажатию кнопки «старт» сессия из выбранного архива воспроизводится в реальном темпе.

Любой из перечисленных режимов реализуется на главном рабочем формате (рис. 3). Его экран разбит на несколько зон.



Рис. 3. Главный рабочий формат ВИРУ

Дерево навигации (слева) отображает некоторую часть блоков дерева. Полные имена блоков выводятся в нижней строке подсказки. Блок выполняемого в данный момент действия перемещается в фокус – заданную фиксированную точку экрана. Соответственно смещается весь клип дерева.

Названия текущего раздела, подраздела и действия выводятся в двух строках-заголовках (в центре вверху). Под этими заголовками выводятся краткие описания действий со спецсимволами из бумажной инструкции.

Центральное демонстрационное поле воспроизводит иллюстрации текущего действия в виде 3D-фильма, анимации, двухмерной графики.

Действия оператора сопровождаются вызовом справок двух видов: к эксперименту в целом и к

каждому действию. Справки выводятся в центральном поле в виде сложного документа с комбинированной мультимедиа-информацией.

Детальная справочная информация к действиям (схемы, таблицы, характеристики оборудования и др.) разворачивается поверх центрального поля кнопкой «Сп», общий справочный каталог по всему эксперименту – кнопкой «?».

Кнопки «ДА» и «НЕТ» предназначены для условных переходов между действиями, если оператор должен сделать логический выбор.

Кнопки активны только при наличии соответствующего с конкретной ситуацией содержимого.

Окно предупреждений и примечаний в первый момент появляется поверх центрального поля, затем в результате активности оператора или по таймеру сворачивается в верхний правый угол.

Слева под календарем размещены два таймера: первый показывает время, прошедшее с начала данной сессии, второй – время исполнения данной операции.

По завершении работы с данным КЭ выполняется переход на страницу авторизации, где оператору предлагается заполнить так называемый лист регистрации с набором субъективных оценок об эффективности виртуального руководства.

В настоящее время эксперимент ВИРУ продолжается. По полученным с борта МКС протоколам можно сделать вывод о правильности подходов, реализованных при проектировании комплекса ВИРУ. В радиogramмах космонавтов даются только хорошие личные оценки программы. Важнейшим результатом первого использования ВИРУ является также зарегистрированное сокращение общего времени проведения эксперимента на десятки минут.

Новые задания на КЭ регулярно передаются на борт МКС по российским каналам связи.

Использование созданного комплекса в бортовых и наземных условиях позволяет существенно повысить удобство, оперативность, надежность доступа персонала к инструктивным материалам, значительно расширяет функциональные возможности бортовой информационной среды, обеспечивает высокую производительность работ в сложных условиях.

Литература

1. Жук Е.И., Гуртов 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-PODGOТОВКЕ-K-PROVEDENIYU-NAUCHNIH-ISSLEDOVANIY-NA-PILOTIRUEMIIH-ORBITALNIH-KOMPLEKSAH> (дата обращения: 15.05.2013).

2. Технические эксперименты и исследования на Российском сегменте МКС. Эксперимент «ВИРУ». URL: <http://www.energiya.ru/ru/iss/researches/techn/58.html> (дата обращения: 15.05.2013).

3. Технические эксперименты и исследования на Российском сегменте МКС. Эксперимент «Альбедо». URL: <http://www.energia.ru/ru/iss/researches/techn/62.html> (дата обращения: 15.05.2013).

References

1. Zhuk E.I., Gutorov A.M., *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-PILOTIRU->

EMIH-ORBITALNIH-KOMPLEKSAH (accessed 15 May 2013).

2. *Tekhnicheskie eksperimenty i issledovaniya na Rossiiskom 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. *Tekhnicheskie eksperimenty i issledovaniya na Rossiiskom segmente MKS. Eksperiment "Albedo"* [Technical experiments and researches on Russian ISS segment. Experiment "Albedo"], available at: <http://www.energia.ru/ru/iss/researches/techn/62.html> (accessed 15 May 2013).

УДК 004.942, 004.021

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ПОСТАНОВКА ОДНОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ ПЛАНИРОВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ ЭКИПАЖА РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

*Н.М. Орловский, ведущий инженер (Донской филиал Центра тренажеростроения,
Платовский просп., 101, г. Новочеркасск, 346400, Россия, nikolai.orlovski@mail.ru);*

*С.П. Воробьев, к.т.н., доцент (Южно-Российский государственный технический университет
(Новочеркасский политехнический институт),
ул. Просвещения, 132, г. Новочеркасск, 346428, Россия, vsp1999@yandex.ru)*

Кратко описан процесс планирования полета, являющийся одним из важнейших этапов решения задачи управления космическим полетом. Приведены три стадии планирования полета: стратегическая, тактическая и исполнительная. В свою очередь, исполнительное планирование делится на долгосрочное, краткосрочное и детальное. Продуктом каждой фазы планирования является определенный тип плана: номинальный план полета, общий план сопровождения, детальный план полета. Типы плана отличаются интервалом планирования и глубиной обработки данных. Приводится также последовательность основных действий оператора при включении каждой последующей полетной операции в план. Формальное представление информации, на основе которой формируется план полета, предлагается взять из следующих факторов: списка планируемых полетных операций, состава членов экипажа на борту Международной космической станции, данных о ресурсах. Выполнено математическое представление всех необходимых данных и набора ограничений. В качестве оптимизационного критерия выбрана минимизация простоев экипажа. Для постановки эксперимента использованы два подхода – метод прямого перебора и метод ветвей и границ. Проведен анализ результатов работы алгоритмов и сформулированы выводы о корректности подборки критерия оптимизации и правил ветвления по методу ветвей и границ. Определены дальнейшие задачи в направлении оптимизации процесса планирования действий экипажа.

Ключевые слова: планирование, полетная операция, действия экипажа, оптимизация, математическое моделирование, метод ветвей и границ.

MATHEMATICAL FORMULATION OF ONE-CRITERION OPTIMIZATION PROBLEM OF CREW ACTIONS SCHEDULING ON RUSSIAN SEGMENT OF THE INTERNATIONAL SPACE STATION

Orlovsky N.M., leading engineer

(Don Branch of the Space Simulator Center, Platovsky Av., 101, Novocheerkassk, 346400, Russia, nikolai.orlovski@mail.ru);

Vorobyov S.P., Ph.D., associated professor (South-Russian State Technical University

(Novocheerkassk Polytechnic Institute), Prosvesheniya St., 132, Novocheerkassk, 346428, Russia, vsp1999@yandex.ru)

Abstract. The flight scheduling process is briefly described in the article. It is one of the most important stages of space flight control task solution. Three stages of flight scheduling are given: strategic, tactical and executive. The executive scheduling is divided into three phases: long-term, short-term and detailed. The result of each scheduling phase is presented by special plan type: on-orbit operation summary, weekly lookahead plan, short-term plan. The difference of these plan types is in planning interval and data processing depth. The sequence of operator basic actions at placing every next activity into a plan is given. The formal provision of information to create a short-term plan is proposed to take from the following factors: list of planning activities, list of astronauts on the International Space Station (ISS) board, resource data. The mathematical modeling of all required data and restrictions is made. A crew downtime minimization is the selected optimization criterion.