

УДК 004.9:629.78-047.74

## ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОЛЕТА РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МКС

© 2016 г. Беляев А.М.

Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва (РКК «Энергия»)  
Ул. Ленина, 4А, г. Королёв, Московская обл., Российская Федерация, 141070, e-mail: post@rsce.ru

*Планирование полета является одним из ключевых компонентов процесса управления полетами орбитальных комплексов, в частности, Международной космической станции (МКС). Эффективность выполнения программы полета, а также степень достижения целей и реализации задач во многом зависит от качества создаваемых планов. В связи с дооснащением Российского сегмента МКС новыми модулями, а также увеличением количества членов экипажей экспедиций до шести человек, появилась необходимость анализа готовности средств автоматизации к предстоящим изменениям. Во время работы по теме была проведена экспертная оценка существующей автоматизированной системы. Кроме того, были проанализированы процессы планирования полетных операций на борту Российского сегмента МКС на исполнительном уровне. В результате выявлена необходимость разработки принципиально новых автоматизированных средств обеспечения планирования операций на борту космических комплексов с учетом текущих объемов обрабатываемой информации в процессе планирования, а также — современных средств и подходов к реализации задач автоматизации процессов. Новая система обеспечивает непрерывный цикл планирования на исполнительном уровне. Она построена, с одной стороны, по принципу модульности, с другой — на основе единой структуры данных, что позволяет наращивать мощности системы и при этом вести обмен информацией со смежными подразделениями и международными партнерами по эксплуатации МКС.*

**Ключевые слова:** управление полетом, орбитальные комплексы, автоматизированная обработка информации, планирование полетных операций, автоматизированные системы.

## BASIC PRINCIPLES OF AN AUTOMATED MISSION PLANNING SYSTEM ARCHITECTURE FOR THE RUSSIAN SEGMENT OF THE ISS

Belyaev A.M.

S.P. Korolev Rocket and Space Public Corporation Energia (RSC Energia)  
4A Lenin str., Korolev, Moscow region, 141070, Russian Federation, e-mail: post@rsce.ru

*Mission planning is one of the key components of the mission control process for orbital complexes, in particular for the International Space Station (ISS). The efficiency of mission program fulfillment, as well as the degree to which the objectives are attained and tasks implemented depends, to a large degree, on the quality of the plans that are being drawn up. In view of adding new modules to the ISS Russian Segment and increasing the number of expedition crew up to six, the need arose to analyze the readiness of the automatic tools for upcoming changes. During the work on the project, experts conducted an assessment of the existing automated system. In addition to this, flight operations planning processes onboard the ISS Russian Segment were analyzed at the execution level. As a result a need was identified to develop radically new automatic tools to support the planning of operations onboard space complexes taking into account the current amounts of information that needs to be processed in the course of planning, as well as current tools and approaches to the implementation of process automation tasks. The new system enables continuous planning*

*cycle at the execution level. It embodies, on one hand, the modular principle, and, on the other hand, the single data structure, which makes it possible to expand the system capacity while exchanging data with neighboring business units and international partners in the ISS operation.*

**Key words:** mission control, orbital complexes, automated data processing, flight operations planning, automated systems.



**БЕЛЯЕВ А.М.**

БЕЛЯЕВ Андрей Михайлович — заместитель начальника отдела РКК «Энергия», e-mail: [andrey.belyaev@rsce.ru](mailto:andrey.belyaev@rsce.ru)  
 BELYAEV Alexander Mikhaylovich — Deputy Head of Department at RSC «Energia», e-mail: [andrey.belyaev@rsce.ru](mailto:andrey.belyaev@rsce.ru)

Эффективность осуществления пилотируемых космических полетов в значительной мере зависит от качества планирования полета, организации действий экипажа Международной космической станции (МКС) и работы группы управления по реализации планов [1]. Совершенствование механизмов, технических и программных средств планирования операций на борту МКС является, в связи с этим, одной из наиболее ответственных, важных и сложных организационно-технических задач сопровождения длительных пилотируемых полетов.

Автоматизированная система планирования Российского сегмента (АСП РС) МКС предназначена для разработки планов полета (ПП) исполнительного уровня, интеграции планов с международными партнерами, проведения анализа выполнения программы полета и выпуска отчетных документов, обмена данными с подразделениями Главной оперативной группы управления (ГОГУ) и РКК «Энергия».

Основными функциональными задачами АСП РС МКС являются обеспечение разработки и представления в согласованных форматах всех видов ПП (номинального ПП на экспедицию, еженедельного ПП, детального ПП на сутки), формирование отчетов о фактическом выполнении программы и обеспечение информационного обмена с пользователями, которые участвуют в формировании и реализации интегрированного с международными партнерами ПП.

Имевшийся в РКК «Энергия» опыт разработки долгосрочных, краткосрочных и детальных ПП РС МКС, а также существующие технологии и инструментальные

средства в целом обеспечивали успешное планирование полета.

В то же время существовавшие программные средства планирования имели значительные ограничения. Формирование номинального ПП, общего плана сопровождения и детального ПП требовало больших временных затрат планировщиков в связи с недостаточным уровнем автоматизации часто используемых типовых процедур планирования. Также недостаточная автоматизация процесса планирования являлась причиной более напряженной работы специалистов по планированию в случае возникновения нештатных ситуаций, когда в сжатые сроки необходимо изменять сформированные ранее планы для обеспечения успешной реализации программы полета.

Существовавшая система планирования имела ряд значительных недостатков:

- наличие двух относительно автономных систем долгосрочного (и краткосрочного) и детального планирования «разрывало» единый процесс непрерывного планирования на две части, что приводило к необходимости выполнения дополнительных перезагрузок и вывода дополнительных форматов в целях проверки соответствия используемых данных;
- недостаточное использование возможностей средств информатизации и автоматизации планирования;
- отсутствие комплексной проверки обеспечения правил и ограничений выполнения полетных операций, совместимости операций при формировании планов полета и информирования планировщика о результатах;

- недостаточно удобный интерфейс пользователя и слабое использование форматов, которые давали бы комплексное представление об используемых входных данных и о планируемой ситуации;

- нерациональные подходы к реализации информационного обмена при интеграции с международными партнерами;

- отсутствие программных средств для проведения анализа выполнения запланированной программы полета;

- недостаточное использование современных средств информационного обмена с проектной группой и со специалистами Главной оперативной группы управления, которые участвуют в процессе формирования планов.

Исходя из этого, международные участники управления МКС приняли решение о совершенствовании собственных систем планирования, что, соответственно, повлекло за собой поиск новых форм обмена информацией при интеграции ПП.

Разработка АСП РС МКС, интегрированной в инфраструктуру сети ГОГУ, обусловлена необходимостью устранить указанные выше недостатки, обеспечить эффективное планирование в условиях увеличения объема планирования (включения в состав МКС новых модулей, увеличения численности экипажей основных экспедиций и объема планируемых полетных операций), перехода международных партнеров на новую систему планирования, а также необходимостью повышения информационной безопасности, эффективности, надежности и удобства работы специалистов по планированию работ на Российском сегменте МКС.

Исходными данными для создания ПП являются:

- планы более высокого уровня;
- паспорта полетных операций;
- заявки на планирование полетных операций;
- сведения о правилах и ограничениях планирования.

Задача создания ПП заключается в распределении во времени полетных операций, что позволяет определить для каждого члена экипажа, каждого типа оборудования и других ресурсов промежутки времени, в которых они выполняют определенную функцию. На такое размещение во времени налагается множество условий и ограничений. Цель планирования — прежде всего обеспечение выполнимости программы полета и такого соотношения ресурсов, которое определит эффективное ее выпол-

нение. Задача является многовариантной и выполняется в несколько этапов с участием в принятии решений оператора-планировщика, поскольку полная автоматизация ее невозможна.

Близкими по постановке к рассматриваемой задаче являются используемые в различных сферах техники и производства такие задачи, как:

- дискретная оптимизация;
- планирование при управлении объектами;
- календарное планирование в условиях ограниченности ресурсов;
- составление расписания и т. п.

Наиболее приемлемыми по подходу и функционалу являются технологические *MES*-системы. Однако их применение в полном объеме затрудняется специфическими особенностями процесса планирования полета, высокой размерностью задачи и сложностью формализации ряда факторов, влияющих на качество плана. Наиболее существенные особенности многоэтапной процедуры планирования полета РС МКС состоят в следующем:

- как и во всех известных приложениях для каждой планируемой полетной операции, заранее определены условия и правила ее возможного размещения в плане. Однако, эти условия постоянно уточняются в зависимости от множества факторов, связанных с текущей ситуацией (уточнение баллистических данных и положения корабля на орбите, время суток, степень плотности сообщений, передаваемых в пределах видимости наземных измерительных пунктов (НИП) и др.);

- большую часть планируемых полетных операций выполняют люди — члены экипажа, и требуется учитывать их индивидуальные особенности, уровень квалификации, изменение состояния в течение рабочего дня;

- необходимость учета опыта и уровня квалификации специалистов, осуществляющих планирование и принимающих решение о целесообразности в процессе планирования ослабления отдельных ограничений для улучшения качества плана с учетом конкретной ситуации;

- высокая динамика изменения состава и условий выполнения планируемых полетных операций: постоянно совершенствуются бортовые системы космических объектов; изменяются приоритетность операций, содержание и порядок выполнения космических экспериментов и других планируемых работ.

## Процесс планирования исполнительного уровня

Процесс планирования исполнительного уровня делится на:

- долгосрочное;
- краткосрочное;
- детальное;
- перепланирование в реальном времени [2].

Продуктом долгосрочного планирования является номинальный план полета (НПП) на период длительности основной экспедиции МКС, который представляет собой перечень всех полетных операций с учетом приоритетов, совместимости, требуемых и располагаемых ресурсов. Основными исходными данными для НПП являются: тактический ПП, проектные расчеты траектории полета, план материально-технического обслуживания МКС, требования к медицинскому обеспечению экипажа, программа научных экспериментов, правила и ограничения планирования полетных операций.

Продуктом краткосрочного планирования является общий план сопровождения (ОПС) — полный перечень полетных операций, подлежащих выполнению за планируемый период времени с указанием требуемых ресурсов, условий их выполнения и процедур, по которым они выполняются. Исходными данными для разработки ОПС являются: НПП, баллистическая информация, заявки специалистов группы управления, пожелания экипажа, возможности наземного контура управления (НКУ).

Детальное планирование — это привязка полетных операций и полетных процедур к определенному моменту времени. Продуктом планирования является детальный план полета (ДПП). Интервал детального планирования выбран равным одним суткам.

Перепланирование в реальном времени осуществляется на основе ДПП и существующей на определенный момент времени конкретной оперативной ситуации. Основанием для проведения работ по перепланированию является заявка специалистов группы управления, утвержденная Руководителем полета РС МКС.

На каждом из этапов планирования исполнительного уровня осуществляется взаимодействие и согласование планов с международными партнерами — участниками управления МКС [3]. Это взаимодействие обуславливает необходимость работы в единых стандартах данных по планированию, с одной стороны, и использования совместимого

программного обеспечения для обмена информацией, с другой.

Помимо непосредственного планирования работ на борту РС МКС требуется проведение анализа выполнения запланированной программы полета. Эта работа заключается в последовательном сравнении тактического плана с НПП, НПП с ОПС, ОПС с ДПП, а ДПП — с фактической реализацией работ на борту. По результатам этих работ производится корректировка соответствующих правил и ограничений планирования на различных уровнях.

Схема процесса планирования на исполнительном уровне отображена на рис. 1.

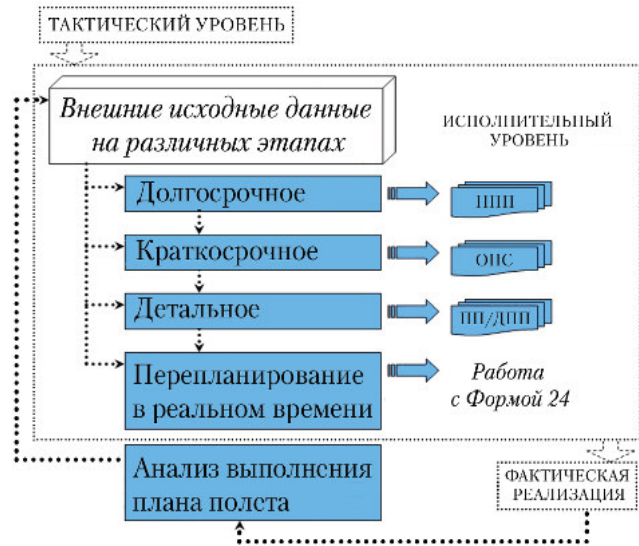


Рис. 1. Процесс планирования на исполнительном уровне

Примечание. Номинальный план полета (НПП): охватываемый интервал — экспедиция; срок выпуска — месяц до реализации. Общий план сопровождения (ОПС): охватываемый интервал — неделя; срок выпуска — неделя до реализации. План полета / Детальный план полета (ПП/ДПП): охватываемый интервал — сутки; срок выпуска — 5 дней / 4 дня до реализации. Форма 24 — план, используемый экипажами на борту МКС.

Одной из предпосылок создания новой автоматизированной системы планирования РС МКС стало существенное увеличение количества полетных операций по сравнению с предыдущими этапами эксплуатации МКС, расширение ее конфигурации, повышение интенсивности полетов и увеличение численности экипажей. При составлении и корректировке ПП специалистам группы планирования приходится оперировать большим количеством информации, учитывать множество различных требований и ограничений.

В этих условиях решить проблему составления эффективных, гибких планов и, что не менее важно, проблему оперативной корректировки этих планов в процессе полета

МКС возможно лишь путем передачи большого числа функций (в частности, множества рутинных операций) от операторов средствам АСП.

Изложенные выше основные принципы построения российской системы планирования полета явились основой для проектирования новой модернизированной АСП Российского сегмента МКС.

**Построение автоматизированной системы планирования РС МКС**

В новой системе планирования было необходимо исключить недостатки, присущие существующим системам, сохраняя принятые ранее удачные технические решения, имеющиеся функциональные возможности

и принятые в практике планирования типовые технологические процедуры.

АСП РС МКС строилась как развивающаяся, гибкая модульная структура, которая базируется на использовании современной сервисно-ориентированной архитектуры. В таком случае все ее программные модули имеют унифицированный интерфейс, и изменение состава модулей и информационных связей между ними не приводит к необходимости переработки ранее созданной системы. Таким образом, обеспечивается возможность последующего непрерывного развития системы и наращивания ее функций.

Из рис. 2 видно, что все модули АСП взаимосвязаны и составляют единую систему планирования, которая имеет возможность оперировать всеми потоками информации.

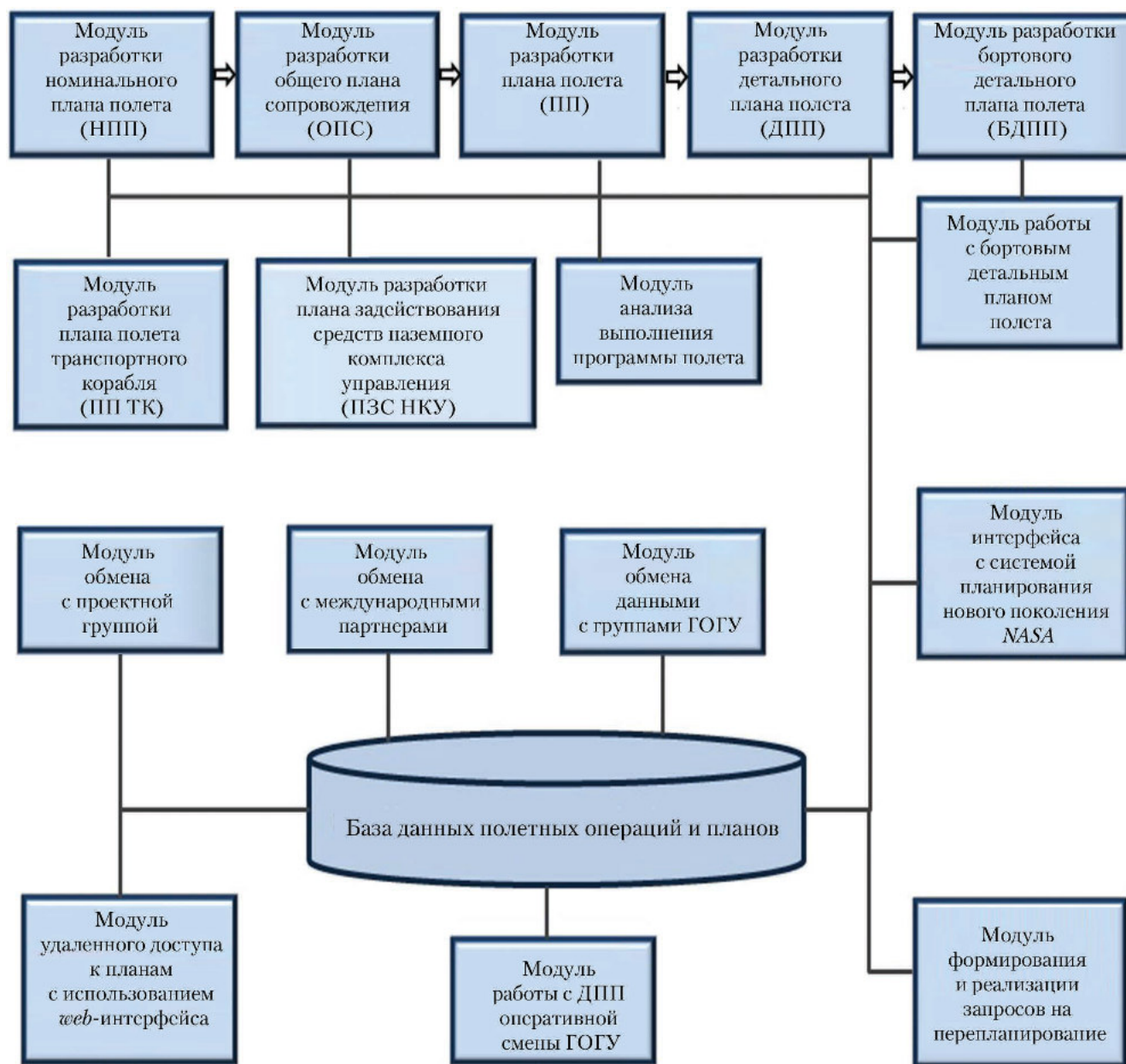


Рис. 2. Общая структура программных средств автоматизированной системы планирования

Это позволяет создавать комплексную модель ПП с информационным отражением связей между входящими в нее объектами.

Подсистема исполнительного планирования предусматривает формирование применяемых в настоящее время типовых видов плана (НПП, ОПС, ПП, ДПП). Наряду с указанными видами планов внедрены также:

- *интегральный план полета (ИПП)*;
- *заявочные планы*, которые формируются специалистами групп ГОГУ на любой интервал времени в начальной или любой промежуточной стадии планирования в формате, соответствующем ИПП или НПП; содержат предложения о включении на определенные сутки соответствующих полетных операций с указанием их допустимого временного смещения по числу суток вправо и влево;

- *резервные планы* — прогнозные варианты реализации программы, создаваемые заранее для случаев, когда по определенным причинам выполнение основного плана станет невозможным;

- *текущие (рабочие или авторские) планы* работников групп планирования, которые представляют собой предварительные или подготовленные ими окончательные версии (может быть несколько вариантов версий) типовых видов плана или их фрагментов (например, планов выполнения научных экспериментов, планов на некоторый подинтервал и др.);

- *архивные планы* типовых процедур и этапов полета, которые могут использоваться как прототипы (заготовки); такие прототипы может создавать для себя любой планировщик.

### Интегральный план полета РС МКС

Интегральный ПП вводится как базовый (центральный) план, который используется при создании альтернативных планов, рабочих версий и типовых различных видов планов (НПП, ОПС, ПП и ДПП). ИПП имеет следующие особенности:

- создается на период всей программы (т. е. он совпадает с периодом НПП);

- является максимально полным (т. е. накапливаемая в нем информация должна быть достаточной для формирования любого вида плана);

- после утверждения и сдачи в архив НПП он является единственной актуальной версией (т. е., в отличие от утвержденного ранее НПП, он представляет последнюю версию принятого к исполнению общего плана реализации программы полета с учетом

всех введенных группами планирования изменений, согласованных руководством).

С учетом текущих изменений в ИПП вносятся коррективы.

Все создаваемые в рамках одной программы планы являются частью единого ИПП, и любые действия (изменения), которые совершает планировщик в редактируемом плане, в конечном счете появляются во всех других планах, охватывающих тот же временной интервал.

Типовые планы полета (НПП, ОПС, ПП, ДПП, БДПП) рассматриваются как отображение ИПП (или форма соответствующего представления ИПП) и формируются из ИПП с использованием соответствующих базовых модулей процесса формирования планов.

Так как одна и та же полетная операция может неоднократно встречаться в плане, и при наличии нескольких версий фрагментов плана она может быть реализована по-разному, для четкого и однозначного определения (и понимания всеми участниками процесса планирования) места конкретной полетной операции в плане и ее связи с программой полета вводятся следующие фазы полетных операций (их структура представлена на рис. 3):

1. *Эталон* полетной операции — эталонное описание полетной операции (описание всех атрибутов полетной операции в базе данных).

2. *Шаблон* полетной операции — копия описания полетной операции в плане; она создается (для исключения постоянного обращения к базе данных полетных операций) после включения в план для обеспечения программы полета текущей экспедиции первой полетной операции с данным именем. В шаблоне имеется возможность устанавливать отдельные атрибуты полетной операции отличными от эталона, с учетом специфики их выполнения в данной программе.

3. *Экземпляр* — первое и каждое повторное применение полетной операции, предусмотренное программой полета или заявками специалистов ГОГУ. Количество экземпляров, формируемых в рамках конкретной программы полета, должно соответствовать числу планируемых выполнений данной полетной операции в соответствующей программе.

4. *Потомок* (экземпляр более низкого ранга) — отличный от предыдущего вариант реализации соответствующего экземпляра. Каждому экземпляру может соответствовать несколько потомков в разных версиях реализации плана. Набор атрибутов, фиксируемых в таблицах записей о потомках,

определяется с учетом тех параметров, условий и справочных данных о полетных операциях, которые могут отличаться в разных версиях плана с учетом имеющихся ограничений, а также решений, принимаемых планировщиками.

В целях однозначности отнесения полетных операций к соответствующему плану и их идентификации в транспортном файле предложена система кодирования полетных операций, которая предусматривает применение следующих составляющих элементов кода: идентификатор (*ID*) центра планирования, *ID* эталона полетной операции, *ID* шаблона полетной операции, *ID* экземпляра полетной операции, *ID* потомка полетной операции, статуса потомка полетной операции, а также плана, в котором потомок создан.

Исходя из целесообразности включения в состав пользовательского интерфейса средств описания комплекса работ, связей между работами и их временных характеристик, реализована возможность размещения комплексных, периодических и множественных

операций (рис. 4), введение таблиц приоритетов, позволяющих учитывать приоритеты между планируемыми операциями.

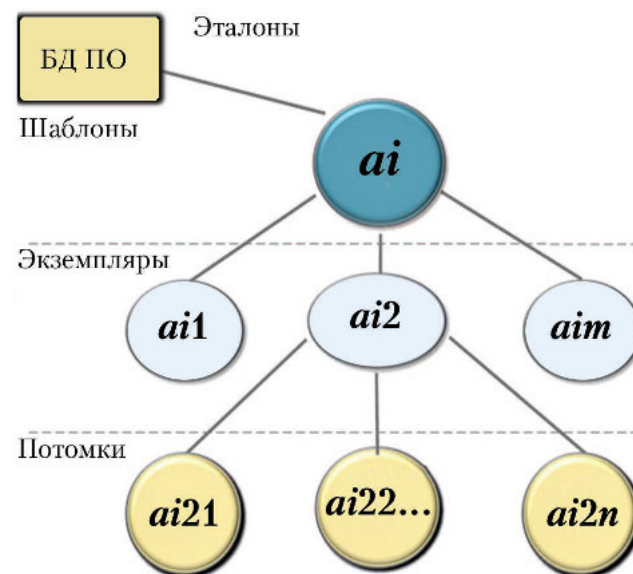


Рис. 3. Структура представления фаз описания полетной операции

Примечание. БД ПО – база данных полетных операций.

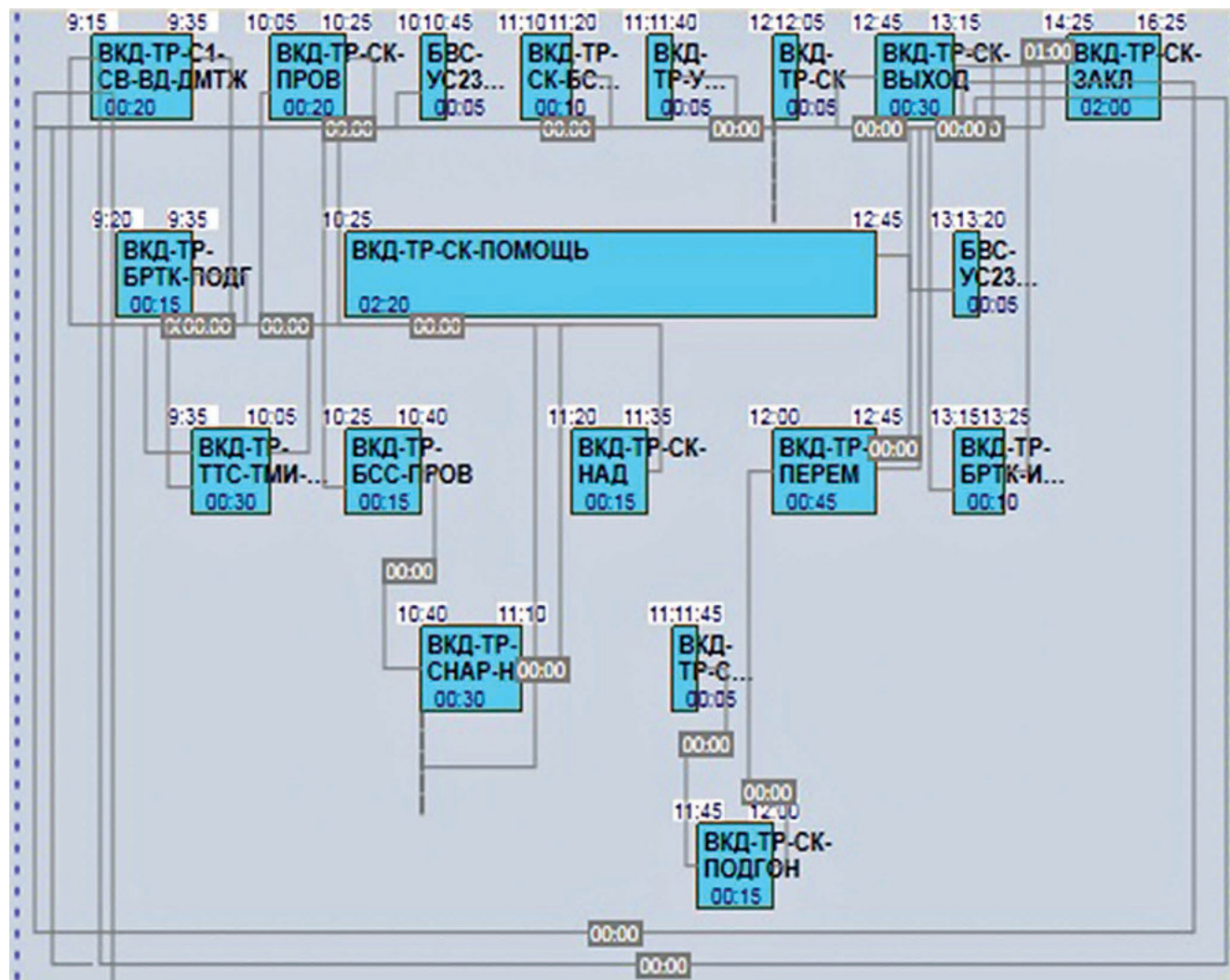


Рис. 4. Комплексная полетная операция «Тренировка в скафандрах»

В связи с этим разработаны алгоритмы следующих типовых автоматизированных процедур планирования:

- упорядочивание полетных операций по приоритету;
- размещение в плане одиночных, периодических и множественных операций;
- алгоритм оценки достаточности ресурсов;
- алгоритм размещения временной последовательности в плане;
- алгоритм размещения в плане комплексных полетных операций, представляющих собой последовательность операций, которые рассматриваются как единое целое под одним названием, с установленным в паспорте комплексной полетной программы перечнем имен соответствующих операций и интервалом времени для каждой из них, определяющим время их начала относительно комплексной операции;
- алгоритм размещения в плане несовместимых полетных операций;
- алгоритм привязки полетных операций к зонам видимости российских НИП.

Оценка качества АСП РС МКС и создаваемых на ее основе планов может производиться по следующим критериям:

- степень полноты и качество формируемых на основе АСП РС МКС планов полета;
- время формирования плана и степень оперативности работ, связанных с перепланированием и, при необходимости, срочной корректировкой плана;
- удобство пользователей — специалистов группы планирования, осуществляющих эксплуатацию АСП РС МКС;
- сервис, предъявляемый системой для сокращения времени выполнения операций и повышения эффективности работы;
- устойчивость и надежность работы средств, обеспечивающих формирование ПП;
- своевременность и полнота предоставления информации о результатах планирования лицам, которые участвуют в разработке программы космического полета и в реализации оперативного управления полетом;
- обеспечение полноценного обмена информацией с международными партнерами в процессе формирования интегрированных планов;
- обеспечение в перспективе развития АСП Российского сегмента МКС и расширения ее возможностей на основе модульности, унификации, реализации таких архитектурных решений, которые позволят в будущем включать новые задачи, новые функциональные компоненты, не изменяя принципиально структуры ранее созданной системы.

Степень полноты и качество (оптимальность) ПП, формируемых на основе автоматизированной системы планирования Российского сегмента МКС, определяется, в свою очередь, следующими факторами:

- оптимальное использование ресурсов при составлении планов, что обеспечит их эффективную реализацию;
- степень удовлетворения заявок на выполнение полетных операций от специалистов, участвующих в формировании планов полетов;
- количество полетных операций, при планировании которых возникают трудности по выполнению всех условий и ограничений, указанных в паспорте соответствующей операции.

### Практическая реализация

Предложенные в статье технические решения и разработанные подходы были в полной мере реализованы в процессе внедрения первой очереди системы и ее последующей модернизации. Последнее время все планы полета исполнительного уровня разрабатываются средствами новой АСП. Интегральный план полета, новая система кодирования полетных операций и алгоритмы типовых автоматизированных процедур (размещения в планах одиночных и комплексных операций, проверки соблюдения правил и ограничений, привязки полетных операций к зонам видимости российских НИП и др.) используются при создании любого плана.

В результате применения указанных средств время формирования ППП (в процессе долгосрочного планирования) сократилось на 40%; время, затрачиваемое на краткосрочное и детальное планирование, уменьшилось на 30%. Практически на 20% сократилось возникновение ошибок и случаев некорректного размещения полетных операций в плане.

Особенно ощутимый эффект использования предложенных подходов достигается при возникновении нештатных ситуаций, когда появляется необходимость срочного перепланирования. Так, например, в случаях с переносом посадки корабля «Союз ТМА-15М» (с 14 мая на 11 июня 2015 г.) или последовательным сдвигом даты старта японского беспилотного грузового корабля *HTV5* (с 16 на 19 августа 2015 г.), вызвавших за собой масштабное перепланирование, планировщиками отмечено, что использование новой системы позволило не привлекать к работе дополнительных специалистов, как делалось в таких случаях ранее. Кроме того, было отмечено общее сокращение числа



ошибок операторов системы в процессе выполнения работ более чем на 50%.

Применение алгоритма автоматического сравнения планов существенно упростило процесс согласования планов с международными партнерами. Система автоматически определяет и отображает все изменения, предложенные партнерами (дополнительные, исключаемые операции, изменение времени выполнения операций и других атрибутов), что дает возможность оперативно проводить анализ и принимать эффективные решения при согласовании планов.

Следует отметить, что американские специалисты в последние годы постоянно осуществляют модернизацию своей системы планирования. Это обстоятельство с учетом необходимости совместимости программных средств обеих систем потребовало соответствующей модернизации российской системы планирования. Модульное построение АСП РС МКС позволило успешно решить указанную задачу. В целях расширения возможностей системы была проведена разработка второй и третьей очередей АСП полета. При этом были созданы модуль интерфейса с системой планирования нового поколения NASA, модуль работы оперативной смены ГОГУ с ДПП и ряд других модулей, расширяющих функциональные возможности системы.

В настоящее время проводятся мероприятия, связанные с дальнейшим развитием созданной системы:

- разрабатывается версия системы формирования плана членами экипажа МКС в условиях отсутствия связи с Землей;
- создаются средства расчета энергии, накапливаемой за счет солнечных батарей на интервале времени формируемого плана;
- создаются средства подготовки и включения в план управляющих воздействий и команд, обеспечивающих поддержку планируемых операций бортовым комплексом управления.

## Выводы

Автоматизированная система планирования полета РС МКС, реализующая предложенные принципы построения, в настоящее время успешно используется в Центре управления полетами. Внедрение и практическое использование описанных выше технических решений позволило в полном объеме выполнить поставленные задачи и обеспечить непрерывное планирование работы экипажа и бортового комплекса управления на всех этапах программы полета.

Разработанная система постоянно развивается в целях расширения функциональных возможностей и улучшения эксплуатационных характеристик. Кроме того, дальнейшее развитие системы предполагается осуществлять на основе применения методов и средств полной автоматизации процесса формирования планов, в т. ч., на основе использования формальных методов оптимизации и мультиагентных технологий.

## Список литературы

1. Соловьёв В.А., Лысенко Л.Н., Любинский В.Е. Управление космическими полетами. Учеб. пособие в 2 ч. / Под общ. ред. Лысенко Л.Н. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. Ч. 1. 476 с.
2. Станиловская В.И. Автоматизация планирования полетов долговременных орбитальных комплексов: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Королёв, 2008. 16 с.
3. Станиловская В.И. Принципы планирования полета при управлении МКС из территориально удаленных центров // Труды XXXVIII чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского. Секция «Проблемы ракетной и космической техники». Казань, 2004. С. 57–64. *Статья поступила в редакцию 31.03.2016 г.*

## Reference

1. Solov'ev V.A., Lysenko L.N., Lyubinskii V.E. *Upravlenie kosmicheskimi poletami. Uchebnoe posobie v 2 ch.* [Space flight control. Textbook in 2 parts]. Ed. Lysenko L.N. M.: MGTU im. N.E. Bauman publ., 2009. Part 1. 476 p.
2. Stanilovskaya V.I. *Avtomatizatsiya planirovaniya poletov dolgovremennykh orbital'nykh kompleksov: avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoi stepeni kand. tekhn. nauk* [Automation of long-term orbital complex flight planning: the this is abstract for the Degree of Candidate of Science]. Korolev, 2008. 16 p.
3. Stanilovskaya V.I. *Printsiipy planirovaniya poleta pri upravlenii MKS iz territorial'no udalennykh tsentrov. Trudy XXXVIII chtenii, posvyashchennykh razrabotke nauchnogo naslediya i razvitiyu idei K.E. Tsiolkovskogo. Sektsiya «Problemy raketnoi i kosmicheskoi tekhniki»* [The flight planning principles during the ISS control from territorially remote centers. Proceedings of the XXXVIII readings dedicated to the development of scientific heritage and ideas of K.E. Tsiolkovsky. Section «Problems of rocket and space technology»]. Kazan', 2004, pp. 57–64.