

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ МАШИНОСТРОЕНИЯ

УДК 629.7

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТАМИ ПИЛОТИРУЕМЫХ КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

В.А. Соловьев¹, В.Е. Любинский², М.М. Матюшин¹

¹РКК “Энергия” им. С.П. Королева, г. Королев, Московская обл.,
Российская Федерация
e-mail: vladimir.soloviev@rsce.ru; matushin@scsc.ru

²МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация
e-mail: valery.lubinsky@rsce.ru

Рассмотрены эволюция и тенденции развития технологии и средств реализации процесса управления полетом пилотируемых космических комплексов, характеризующиеся прогрессирующим усложнением как самих объектов управления, так и информационных потоков в контуре управления. Приведены структура процесса управления, ее особенности, связанные с выполнением сложных космических программ, в том числе международных, а также проблемы, назревшие к настоящему времени и способные ограничить в дальнейшем возможность повышения эффективности управления. Предлагаются пути решения указанных проблем.

Ключевые слова: управление полетом, сегмент МКС, космический комплекс, транспортный корабль, космическая инфраструктура, группа управления, цель полета.

FLIGHT CONTROL PROBLEMS OF MANNED SPACE COMPLEXES

V.A. Soloviev¹, V.E. Lyubinskiy², M.M. Matyushin¹

¹Korolev Rocket and Space Corporation “Energiya”, Korolev, Moscow region,
Russian Federation
e-mail: vladimir.soloviev@rsce.ru; matushin@scsc.ru

²Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation
e-mail: valery.lubinsky@rsce.ru

The evolution and the development tendencies of technology and aids for implementing the flight control of manned space complexes, which is characterized by the progressing complication of both controlled objects proper and data streams in the control loop, are considered. The control process structure, its features connected with fulfillment of complicated space programs including international missions, as well as the problems that have matured by now and can restrict the possibility of improving the control efficiency in future are given. The ways for resolving the indicated problems are offered.

Keywords: flight control, ISS segment, space complex, space transportation vehicle, cosmic infrastructure, flight-control team, mission goal.

Космическая техника с момента своего зарождения относится к классу сложных систем, состоящих из множества взаимодействующих компонентов (подсистем) и приобретающих в связи с этим новые

свойства, которые отсутствуют на подсистемном уровне и не могут быть сведены к свойствам этого уровня.

Соответственно, и управление полетом космических аппаратов (КА), определяемое как процесс управления параметрами состояния КА, направленный на достижение заданной цели полета, относится к числу процессов высокой сложности. При этом к нему предъявляются жесткие требования по обеспечению надежности достижения цели полета и безопасности экипажа.

Уровень сложности процесса управления КА характеризуется следующими показателями:

- числом операций, выполняемых КА, и числом управляющих воздействий на бортовые системы;
- числом наблюдаемых параметров и алгоритмов их обработки и анализа;
- сложностью баллистической схемы полета;
- многообразием правил планирования полета;
- числом и сложностью возможных нештатных ситуаций.

Современные пилотируемые КА (ПКА) имеют следующие особенности, в значительной мере влияющие на методологию управления их полетом и на требования к средствам, обеспечивающим его выполнение:

- высокие требования к безопасности и надежности эксплуатации ПКА;
- сложная конструкция ПКА: несколько десятков (даже сотен) бортовых систем; каждая из бортовых систем состоит, как правило, из десятков и сотен приборов, агрегатов, узлов; каждый прибор, агрегат, узел состоит из десятков, сотен, даже тысяч элементов; системы, приборы, агрегаты, узлы связаны сложным образом логически, функционально и физически;
- ограничения по располагаемым объемам внутри ПКА и допустимым массам оборудования и расходимых компонентов;
- большое число разнообразных полезных нагрузок и полетных операций;
- ограниченность бортовых ресурсов.

Особенно высокий уровень сложности имеют так называемые космические комплексы, включающие в свой состав несколько КА или несколько функционально разнящихся частей, соединенных между собой или находящихся в отдельном полете, но решающих общую задачу. К числу таких объектов относится и находящийся в настоящее время в полете комплекс Международной космической станции (МКС), состоящей из двух соединенных сегментов – российского и американского. В структуру американского сегмента МКС, кроме модулей США, входят европейский модуль Columbus и японский

Kibo. Компонентами этого комплекса являются также транспортные корабли, обслуживающие станцию, — пилотируемый российский корабль “СоюзТМ-А” и грузовые российский “Прогресс”, американский Dragon, европейский ATV и японский HTV.

Для управления полетом комплексов характерно то, что в процессе их функционирования необходимо управлять одновременно несколькими (двумя и более) объектами — КА, являющимися компонентами комплекса, что приводит к повышенной сложности процесса управления.

Уровень сложности этого процесса в большой степени обуславливается объемом потока информации, который обеспечивает жизнеспособность и целевое функционирование КА. Например, для оценки состояния систем современного транспортного пилотируемого корабля типа “Союз” используются около полутора тысяч телеметрических параметров, для российского сегмента МКС это значение составляет порядка ста тысяч. Примерно таково же положение дел и с командно-программной информацией, обеспечивающей управление КА со стороны Земли.

Серьезные проблемы создает не только существующий значительный объем информации, циркулирующей между КА и Землей, ее обработка и представление персоналу управления, но и постоянная тенденция увеличения этого объема, сопутствующая развитию пилотируемых космических систем. Практика управления космическими полетами показывает, что тренд увеличения объемов необходимого информационного обмена между Землей и бортом КА приближается к экспоненте, несмотря на постоянное повышение роли бортовых программно-технических средств в управлении полетом КА.

Есть все основания полагать, что эта тенденция сохранится и в обозримом будущем. Например, один из планов развития космонавтики предполагает построение и функционирование объединенной космической инфраструктуры, в комплекс средств которой будут входить:

— автоматические КА для обеспечения связи, навигации, метеорологических наблюдений и дистанционного зондирования Земли, исследования планет, объектов Солнечной системы и космического пространства;

— орбитальные и планетные пилотируемые элементы — околоземные орбитальные станции, автономно летающие корабли, посещаемые автоматические платформы или собираемые в космосе крупногабаритные аппараты, околопланетные орбитальные станции, планетные базы;

— транспортная космическая система, обеспечивающая доставку элементов этой инфраструктуры, а также людей и грузов в различные точки Солнечной системы.

Одним из вариантов ее построения является приведенная на рис. 1 трехуровневая структура, предлагаемая РКК “Энергия” им. С.П. Королева. На каждом уровне элементы системы объединены по общим признакам: решаемым задачам, схемам полета, особенностям конструктивного исполнения и т.д. Причем в ряде случаев возможно “пересечение уровней”, т.е. использование, например, элементов первого уровня на втором и наоборот.

Вполне естественно, что подобная инфраструктура будет предъявлять значительные требования по объемам обмена различными видами информации с Землей.

Специфика управления полетом перспективных КА и комплексов характеризуется следующим:

- для всех типов КА необходима тщательная отработка всех возможных ситуаций, которые могут встретиться в полете;
- для околоземных КА и комплексов целесообразно осуществлять все функции планирования полета Центром управления полетом (ЦУП) и управлять полетом из ЦУП в масштабе реального времени, а также необходим высокий уровень интенсивности взаимодействия бортовых управляющих звеньев (экипажа и средств автоматического управления) с ЦУП;
- для межпланетных пилотируемых КА и комплексов характерны затрудненное управление в масштабе реального времени со стороны ЦУП, автоматическое управление экипажем и бортовыми средствами, долгосрочное планирование и поддержка “борта” (режим подсказок) из ЦУП, а также оперативное взаимодействие ЦУП с экипажем.

Большую сложность управления пилотируемыми космическими полетами вызывает и необходимость рассматривать в качестве объекта управления, наряду с КА или комплексом, всю совокупность средств, обеспечивающих управление его полетом. Таковую совокупность принято называть автоматизированной системой управления полетом (АСУП) КА.

Основными управляющими звеньями в структуре АСУП КА являются наземный комплекс управления (НКУ), центральным звеном которого является ЦУП, бортовой комплекс автоматического управления и экипаж. Из них особенно сложную структуру имеет НКУ, управление работой которого представляет непростую задачу.

К особенностям функционирования АСУП КА в полной мере относятся черты, свойственные сложным системам:

- отсутствие (и принципиальная невозможность) единого математического описания и/или алгоритма функционирования;

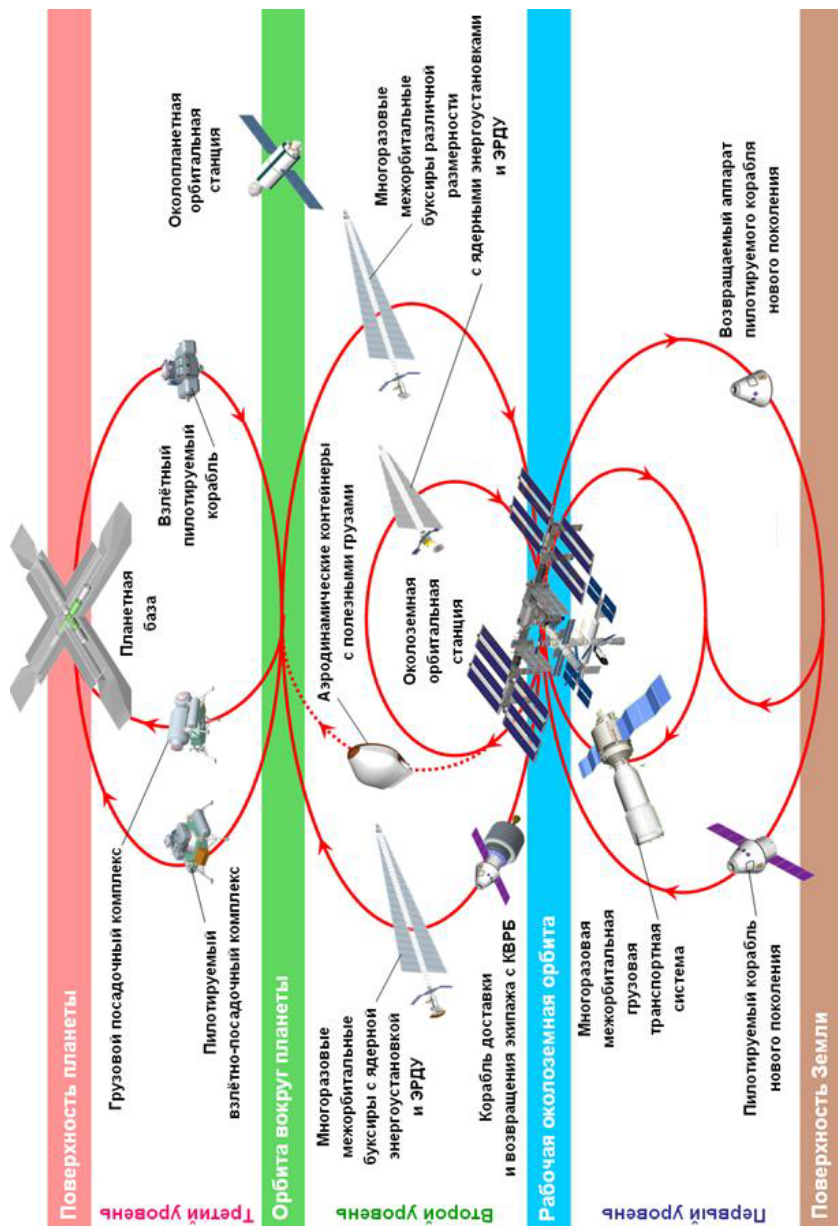


Рис. 1. Перспективная космическая инфраструктура

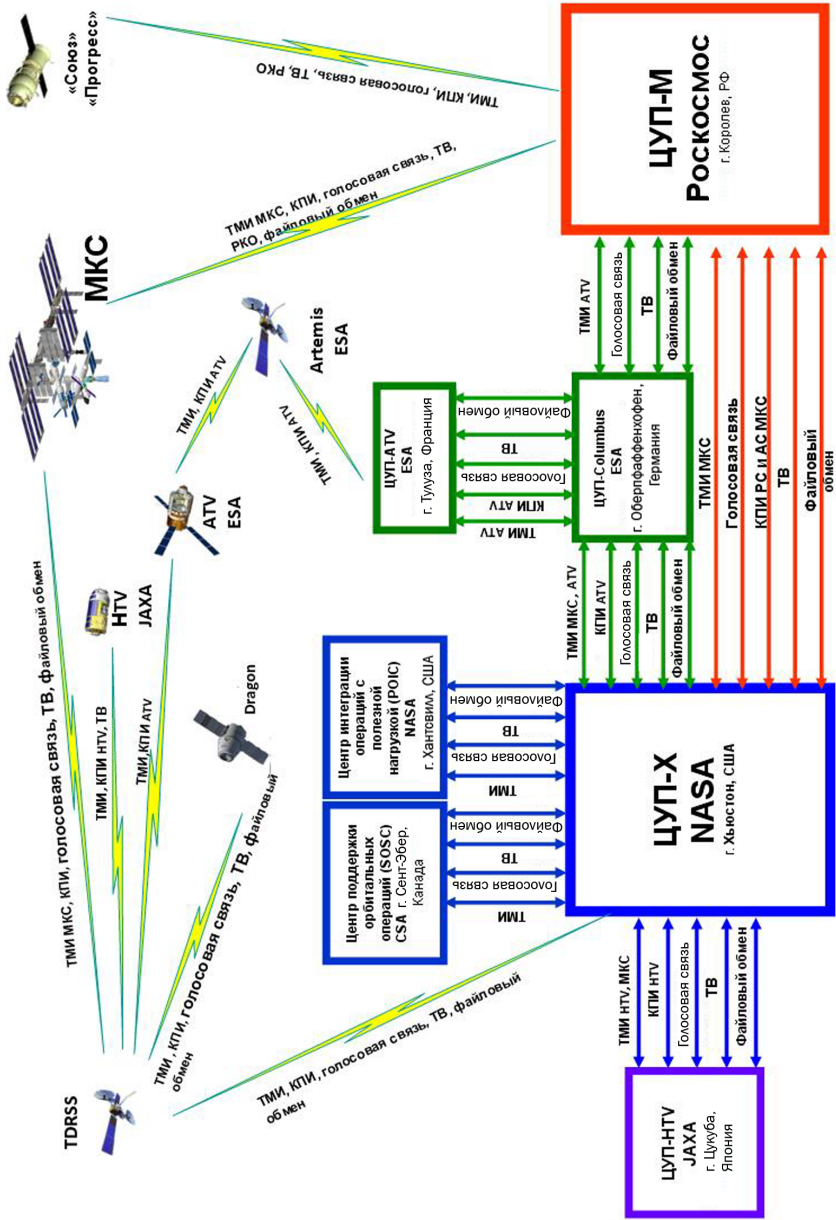


Рис.3. Управление полетом МКС

— зашумленность, выражающаяся в затруднении наблюдения и управления, которое обуславливается большим числом второстепенных (для основных целей управления) процессов, таких как, например, обслуживание бортовых систем, выполнение различных вспомогательных операций и т.п.;

— нестационарность, выражающаяся в дрейфе характеристик объекта управления, изменении его параметров, эволюции их во времени.

Оперативное управление полетом подразумевает реализацию обобщенной технологии управления, которая описывается моделью последовательного выполнения его этапов: планирование, реализация плана, контроль и анализ результатов, принятие решения по результатам контроля (рис. 2).

Начальной фазой управления полетом является его планирование, в ходе которого устанавливается порядок следования полетных операций и их привязка к единой временной шкале, разрабатывается программа выдачи необходимых управляющих воздействий. Эффективность управления полетом КА в значительной мере зависит от того, насколько разработанный план полета будет близок к оптимальному с точки зрения обеспечения надежности и полноты достижения цели полета.

Планирование полета представляет собой многоуровневый процесс. Его уровни отличаются содержанием предоставляемой информации, интервалом планирования и степенью детализации.

Применяемая методология планирования позволяет разрабатывать планы полета КА как в период подготовки к очередному этапу полета, так и оперативно, т.е. в процессе полета, в случае возникновения ситуации, требующей изменения его хода.

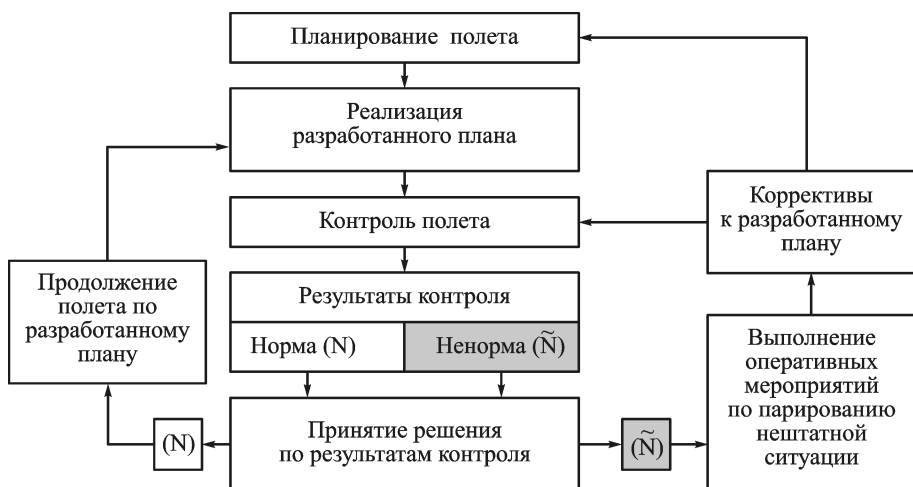


Рис. 2. Обобщенная технология управления полетом КА

При управлении полетом, особенно при его планировании, используется ряд моделей — математических, физических и комплексных.

Для реализации разработанного плана полета на бортовые системы КА выдаются необходимые управляющие воздействия. При этом, как правило, предъявляются достаточно жесткие требования к оперативности управления, т.е. к выполнению необходимой последовательности операций в масштабе реального времени.

Контроль полета выполняется регулярно в несколько этапов: получение информации, характеризующей фактическое состояние КА, обработка этой информации для определения достоверных значений параметров состояния КА на момент контроля, анализ полученных данных и, наконец, оценка состояния и функционирования КА. Анализ заключается в сравнении полученных данных с установленными для них нормами либо с их запланированными или прогнозируемыми значениями. При этом оцениваются также реакции бортовых систем на выданные управляющие воздействия. В случае отклонения контролируемых параметров за пределы нормальных или прогнозируемых значений выполняются диагностика с установлением причин, вызвавших эти отклонения, и процесс выработки рекомендаций и формирования таких управляющих воздействий на борт КА, которые позволили бы вернуть КА в плановое состояние или, по крайней мере, в некоторое состояние, отвечающее требованиям безопасности.

По результатам контроля принимается решение по дальнейшему управлению полетом. На основании этого решения полет может быть продолжен по прежнему плану, если фактические значения контролируемых параметров находятся в пределах нормы. В противном случае возникает необходимость принять меры к парированию возникшей аномальной ситуации, возможно, корректировать первоначальный план полета и в дальнейшем следовать скорректированному плану. В этом случае необходимыми шагами являются выбор стратегии управления, варианта действий по управлению КА и корректировка плана полета.

При формировании решения по управлению полетом во внимание принимаются не только результаты контроля параметров фактического состояния КА, но также фактическое и прогнозируемое состояния средств, обеспечивающих управление полетом. Например, чтобы принять надежно реализуемое решение по управлению КА, необходимо учитывать текущую степень готовности к работе станций слежения, обеспечивающих его связь с ЦУП, и готовность средств самого ЦУП.

Степень корректировки плана полета может быть самой различной. В простейшем случае она сводится только к частичному изменению плана выдачи управляющих воздействий, без изменения состава

и последовательности выполнения ранее запланированных полетных операций. При этом выдача управляющих воздействий по скорректированному таким образом плану должна обеспечить либо восстановление нормального запланированного состояния КА, либо перевод его в другое состояние, позволяющее продолжать полет по прежнему плану.

В более сложных случаях может потребоваться существенное изменение плана полета, от переделки отдельных его частей до формирования всего плана заново. При этом, если срыв ранее выполнявшегося плана вызван влиянием внутренних возмущающих воздействий, например отказов бортовых систем КА, обязательно принимаются меры по их устранению (отключение, ремонт отказавших приборов, переход на резервные комплекты) или по компенсации их действия. В наиболее сложных ситуациях возможен даже отказ от достижения первоначально заданной цели полета с разработкой соответствующего нового плана. Например, при аварии, делающей невозможным выполнение поставленных задач, единственной целью полета может стать возвращение экипажа на Землю.

Автоматизированная система управления полетом КА представляет собой, как правило, сложную организационно-техническую систему, которая состоит из множества взаимодействующих друг с другом разнородных элементов. И если для первых космических полетов это множество включало в себя десятки элементов, то в настоящее время общее число структурных элементов в АСУП КА в зависимости от задач и сложности самого объекта управления (КА) может достигать сотен и даже тысяч.

Такое усложнение АСУП КА представляет собой вынужденную меру, т.е. ответную реакцию на расширение спектра задач космических полетов и вызываемое им усложнение устройства КА, на необходимость повышения оперативности и интеллектуального уровня контура управления КА.

Вынужденное усложнение АСУП КА выдвигает требование поиска оптимальной организации процесса управления полетами КА и эффективных методов управления полетом, а также эффективной координации работ и взаимодействия значительного числа структурных элементов АСУП КА.

Ситуация увеличения сложности системы управления полетом КА еще более усугубляется, если ведется согласованное управление полетом нескольких КА или различных сегментов крупного пилотируемого космического комплекса из разных ЦУП. Это видно на примере управления полетом МКС (рис. 3, см. с. 44).

В соответствии с принципами управления полетом МКС каждый партнер, участвующий в программе, управляет полетом своего сегмента станции и своих кораблей. Так, в настоящее время в управлении полетом участвуют ЦУП РФ (российский сегмент МКС, пилотируемый корабль “Союз” и грузовой “Прогресс”), США (американский сегмент МКС и грузовой корабль Dragon), Европы (модуль американского сегмента Columbus и грузовой корабль ATV) и Японии (модуль американского сегмента Kibo и грузовой корабль HTV).

Каждый партнер для управления своим сегментом станции и своими кораблями использует собственные наземные и бортовые средства. Например, бортовой контур управления включает в себя две взаимосвязанные части: американскую систему управления и передачи данных (C&DH) и российскую бортовую вычислительную систему (БВС), объединенные с помощью согласованных интерфейсов. Российская и американская стороны используют каждая свои наземные и спутниковые контуры управления.

Кроме того, каждая сторона самостоятельно выполняет все компоненты управления своим сегментом, такие как планирование и подготовка выполнения операций, их реализация, анализ состояния бортовых систем и хода выполнения операций, принятие решений.

В случае необходимости для каждой из сторон предусмотрена возможность управления полетом своего сегмента, используя наземные и бортовые средства партнера. Подобная возможность используется как средство резервирования в случае какой-либо нештатной ситуации и как средство, расширяющее возможности управления полетом.

Для координированного выполнения работ на МКС экипаж и все центры управления полетом работают по единому, совместно разработанному и согласованному плану полета. Этот план интегрирует предложения, требования и ограничения от каждого партнера, участвующего в управлении полетом.

Группы управления ЦУП международных партнеров по МКС достаточно сильно взаимосвязаны при подготовке и выполнении ответственных полетных операций. Тем не менее каждый из ЦУП располагает собственной методологией, определяемой для каждого особенностями процесса управления полетом своих объектов; у каждого ЦУП есть собственные задачи и собственные ресурсы для решения этих задач.

Тенденция увеличения сложности и распределенности управления полетом, по-видимому, сохранится и в будущем, независимо от того, к какой космической программе относится полет — международной или национальной. Например, управление космическими аппаратами перспективной космической инфраструктуры, которая упоминалась ра-

нее, имеет ряд особенностей, таких как наличие разнородных объектов управления, возможное увеличение информационных потоков между Землей и бортом КА, увеличение сложности бортовых систем и полезной нагрузки КА и т.д. Кроме того, необходимо отметить, что сами АСУП КА, входящих в эту инфраструктуру, будут строиться по-разному исходя из различных задач и особенностей управления разными классами этих КА.

Эти факторы делают практически невозможным управление всем комплексом таких КА из единого ЦУП одной группой специалистов. Даже в настоящее время в рамках одной космической программы и одного ЦУП приходится создавать группы управления полетом отдельных кораблей и модулей. Приемлемые показатели оперативности принятия решений при управлении полетом КА при этом достигаются в условиях относительной автономности и персональной ответственности групп управления отдельными сегментами (модулями) сложного объекта космической техники.

Опираясь на изложенное, можно представить и сформулировать основные направления эволюции систем управления полетом в будущем.

1. Решение задач управления полетом объектов перспективной космической инфраструктуры можно рассматривать как функцию взаимодействующих сложных открытых систем, направленную на упорядочение, сохранение и повышение их целостности, т.е. на достижение устойчивых состояний в условиях влияния возмущающих факторов и требований достижения поставленных целей.

2. Перспективные системы управления полетом будут состоять из различного числа управляющих звеньев, причем число и взаимосвязь этих звеньев будут динамически изменяться в процессе реализации программы полета в зависимости от его текущих целей и задач.

3. Структура, в рамках которой происходит взаимодействие таких управляющих звеньев, вполне может быть подвержена изменениям — от жесткой иерархической организации к усилению горизонтальных связей и обратно.

При этом изменения структуры могут определяться: целями и задачами полета объектов перспективных космических комплексов; надежностью и эффективностью функционирования управляющих звеньев; накопленным опытом управления, а также надежностью и эффективностью существующих каналов связи как между управляющими звеньями, так и между управляющими звеньями и КА.

4. В процессе формирования и реализации идеологии взаимодействия управляющих звеньев одновременно будут идти процессы дифференциации и интеграции. Дифференциация — как результат появления новых участников процесса управления полетом, новых управляющих звеньев. Интеграция — как процесс объединения всех участни-

ков управления полетом в единой системе. При этом будет возрастать сложность структуры управления полетом космических комплексов как результат постоянного протекания этих процессов.

Информационный обмен между управляющими звеньями также будет возрастать, что будет предъявлять повышенные требования как к средствам обмена информацией, так и к методам и процедурам организации взаимодействия.

В организации процесса управления полетом центр тяжести продолжит смещаться от иерархической структуры, обеспечивающей прямое подчинение одних структурных элементов другим, к структуре с развитыми горизонтальными связями, обеспечивающей достижение максимально возможного уровня эффективности функционирования как отдельных управляющих звеньев, так и системы управления полетом в целом.

Эффективная организация распределенного управления предполагает также решение комплекса задач согласованного функционирования элементов космической инфраструктуры, в котором одной из основных задач является образование единого коммуникативного пространства, поддерживающего взаимодействие большого числа разнородных элементов системы управления полетом, а также обеспечение эффективной координации разных групп управления полетом внутри этого пространства.

Подобное коммуникативное пространство является достаточно сложным объектом и может быть образовано из нескольких взаимосвязанных частей. К таким частям единого коммуникативного пространства можно, например, отнести:

- обмен данными программно-математических комплексов, использующихся при управлении полетом;
- коммуникации специалистов, участвующих в решении задач управления полетом;
- эксплуатационную документацию, или, если брать шире, единое пространство официальных верифицированных и согласованных знаний, о процессах управления полетом;
- реализацию оперативного управления, т.е. пространство, объединяющее оперативное планирование полета, оперативный анализ состояния и функционирования КА и управление ресурсами в реальном масштабе времени;
- организацию деятельности специалистов, участвующих в решении задач управления полетом.

В настоящее время в процессе управления полетом российского сегмента МКС данные направления в целом существуют, однако требуют своего развития как для повышения эффективности управления полетом российского сегмента МКС, так и для создания элементов технологии управления перспективной космической инфраструктурой.

В качестве примера можно привести проблемы, связанные с необходимостью совершенствования управления полетом КА и комплексов, и возможные перспективы развития каждого из направлений.

1. Проблема обмена данными программно-математических комплексов. В настоящее время при управлении полетом российского сегмента МКС используется достаточно большое число разнородных программно-математических средств расчета и моделирования. Фактически они функционируют независимо друг от друга, и обмен данными между ними осуществляется преимущественно через взаимодействие специалистов, работающих с тем или иным средством. Иногда возникает целая цепочка специалистов, что вполне может провоцировать ошибки и неточности в процессе передачи данных (эффект “испорченного телефона”).

В качестве перспективы видится создание открытой программной среды с заданными интерфейсами для программно-математических средств и протоколами обмена данными, в рамках которой можно было бы объединить средства существующие, а также легко было бы интегрировать вновь создаваемые.

2. Проблема коммуникации специалистов. Для формирования этого пространства в настоящее время, помимо коммерческой оргтехники (служебные телефоны, факсы, компьютерная сеть для обмена файловой информацией), используются специальные средства, такие как циркулярная голосовая связь, объединяющая практически весь персонал ЦУП. Существующие проблемы в этой системе обмена информацией связаны в числе прочего с ограниченными возможностями голосовой циркулярной связи, которая (за редким исключением) сейчас доступна только в пределах ЦУП, т.е. достаточно сложно подключить специалиста, находящегося в территориально удаленном месте. При этом не обеспечен оперативный обмен файловой информацией, вследствие чего привлекаемым специалистам затруднен доступ к текущим данным оценки состояния бортовых систем и результатам анализа их функционирования, корректируемым планам полета и т.д.

Перспективной представляется организация более современных средств удаленного доступа (например, с использованием Интернет-технологий), которые обеспечивали бы возможность объединения нескольких специалистов путем организации аудио- или видео- конференций с возможностью доступа всех участников к представляемым данным в режиме реального времени.

3. Проблема оперативного использования эксплуатационной документации. В настоящее время существует и активно используется при управлении полетом российского сегмента МКС достаточно большое число эксплуатационно-технической документации. Номенклатура различных инструкций, методик, процедур, правил, технических описаний насчитывает сотни наименований. Особенность оператив-

ного управления состоит в том, что любой из этих документов может потребоваться в любой момент. Кроме того, практически вся документация периодически обновляется, т.е. использоваться должна только ее последняя версия для исключения возможных аномальных ситуаций. В настоящее время существует электронный документооборот, выполненный с учетом принципов сбора и хранения корпоративной документации, но оперативность его использования, естественно, ограничена.

В будущем представляется целесообразным создание программной среды для оперативного сопровождения операции, выполняемой в ходе управления полетом КА, необходимой документацией. Это далеко не тривиальная задача, как может показаться на первый взгляд, поскольку процесс управления протекает динамично и, соответственно, порядок сопровождения его документацией требует постоянных и быстрых изменений. Это вызвано тем, что полетных операций много, номенклатура документации велика, документация, как правило, имеет несколько версий, операции могут быть оперативно добавлены или отменены и т.д. Кроме того, иногда требуется организовать поиск не четко определенной документации, а документации, описывающей некую область. Может также потребоваться оперативное изменение размера области, охватываемой этой документацией. Таким образом необходимо обеспечить возможность организации поиска требуемой области знаний об управлении полетом в интерактивном диалоге между специалистами и системой.

4. Проблема эффективной, всесторонне увязанной реализации оперативного управления. В настоящее время ряд методик контроля и управления, необходимых при реализации программы полета, не интегрированы, т.е. слабо взаимно увязаны и используются по отдельности. К ним относятся детальный план полета и программы сеансов связи, документы анализа функционирования бортовых систем российского сегмента МКС, соответствующие инструкции, результаты учета различных бортовых ресурсов (информация о каждом из ресурсов хранится в отдельном электронном или бумажном документе). Это, естественно, требует дополнительной координации работы разных групп при осуществлении управления полетом, вследствие чего снижается его оперативность. Кроме того, при таком положении могут быть не учтены некоторые значимые факторы, что приводит к снижению обоснованности решений.

Как следующий шаг развития, видится создание программной среды, в которой автоматизированно отслеживается реализация детального плана полета и одновременно учитывается состояние бортовых систем (данные для этого берутся непосредственно из телеметрии), а также текущее наличие бортовых ресурсов (данные берутся из телеметрии и баз данных ресурсов). При такой организации процесса в

случаях изменения плана, например, вследствие нештатной ситуации, система будет подсказывать специалисту глубину влияния возникшей ситуации на каждую из бортовых систем КА, а также возможный и прогнозируемый расход ресурсов.

5. *Проблема наиболее рациональной организации деятельности специалистов, участвующих в решении задач управления полетом.* В настоящее время существует штатное расписание специалистов, где указано формальное соответствие определенных людей определенным должностям (позициям) в главной оперативной группе управления российского сегмента МКС. Существуют также графики работы специалистов, регламентирующие по времени их участие в управлении полетом определенного КА. Проблема же состоит в том, что, с одной стороны, специалисты имеют различные знания, опыт и результаты работы по управлению полетом данного КА, с другой стороны, программа полета неоднородна, и полетные сутки с большим числом активных и ответственных операций неравномерно чередуются с относительно спокойными сутками. В этом случае распределение специалистов на выполнение тех или иных операций целиком зависит от их непосредственного руководителя, что повышает риск влияния человеческого фактора. Еще больше проблема усугубляется, если в случае нештатной ситуации меняются планы полета на некоторый период и возникает задача перераспределения специалистов с определенными знаниями для привлечения каждого из них к работе в сутки полета, требующие этих знаний.

Сейчас начаты работы, направленные на создание программной среды, которая аккумулировала бы данные о сертификации и результатах работы каждого из специалистов, участвующих в управлении полетом, и помогала бы формировать план их работы с учетом текущей программы полета и норм трудового законодательства, а также перерабатывать этот план при изменениях программы полета в результате нештатных ситуаций. Иными словами она должна помогать организовать соотнесение необходимого специалиста и операции на борту российского сегмента МКС, которую он должен реализовывать или контролировать. Кроме того, система должна иметь возможность управления человеческими ресурсами на уровне главной оперативной группы управления российского сегмента МКС в целом, а не только на уровне отдельных ее групп.

Существующие проблемы решались и решаются в процессе управления полетом российского сегмента МКС силами главной оперативной группы управления. Однако масштаб поставленных целей и требующих решения проблем обуславливает необходимость привлечения к этой задаче научного сообщества, разрабатывающего фундаментальные проблемы теории управления сложными системами. Тем более, что эти проблемы присущи не только эксплуатации КА и комплексов,

но и являются общими для целого ряда подобных сложных процессов и систем в различных областях деятельности общества.

Статья поступила в редакцию 15.03.2013

Владимир Алексеевич Соловьев — д-р техн. наук, профессор, чл.-корр. РАН, первый заместитель генерального конструктора РКК “Энергия” им. С.П. Королева, заведующий кафедрой “Динамика и управление полетом ракет и космических аппаратов” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 90 научных работ в области управления космическими полетами.

РКК “Энергия” им. С.П. Королева, Российская Федерация, 141070, Московская обл., г. Королев, ул. Ленина, д. 4а.

V.A. Soloviev — Dr. Sci. (Eng.), professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences, first deputy general designer of the Korolev Rocket and Space Corporation “Energiya”, head of “Dynamics and Flight Control of Rockets and Spacecrafts” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of more than 90 publications in the field of control of space flights.

Korolev Rocket and Space Corporation “Energiya”, Korolev, Moscow region, 141070 Russian Federation.

Валерий Евгеньевич Любинский — д-р техн. наук, профессор кафедры “Динамика и управление полетом ракет и космических аппаратов” МГТУ им. Н.Э. Баумана, главный научный сотрудник РКК “Энергия” им. С.П. Королева. Автор более 70 научных работ в области управления космическими полетами.

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., д. 5.

V.E. Lyubinskii — Dr. Sci. (Eng.), professor of “Dynamics and Flight Control of Rockets and Spacecrafts” department of the Bauman Moscow State Technical University, chief researcher of the Korolev Rocket and Space Corporation “Energiya”. Author of more than 70 publications in the field of control of space flights.

Bauman Moscow State Technical University, Vtoraya Baumanskaya ul., 5, Moscow, 105005 Russian Federation.

Максим Михайлович Матюшин — канд. техн. наук, начальник отдела РКК “Энергия” им. С.П. Королева, доцент кафедры “Динамика и управление полетом ракет и космических аппаратов” МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор более 10 научных работ в области управления космическими полетами.

РКК “Энергия” им. С.П. Королева, Российская Федерация, 141070, Московская обл., г. Королев, ул. Ленина, д. 4а.

M.M. Matyushin — Cand. Sci. (Eng.), head of department of the Korolev Rocket and Space Corporation “Energiya”, assoc. professor of “Dynamics and Flight Control of Rockets and Spacecrafts” department of the Bauman Moscow State Technical University. Author of more than 10 publications in the field of control of space flights.

Korolev Rocket and Space Corporation “Energiya”, Korolev, Moscow region, 141070 Russian Federation.