

в состав вектора состояния  $x$  модели (I), то возможность калибровки при исследуемом составе измерений следует из наблюдаемости соответствующих компонент вектора состояния. Во многих случаях наблюдаемость калибруемых погрешностей может быть достигнута не за счет расширения вектора измерений, а использованием специальных калибровочных маневров в угловом движении КА. Это позволяет изменить динамическую матрицу объекта наблюдения, которая зависит от программной угловой скорости, что может привести к наблюдаемости ранее ненаблюдаемых параметров состояния.

Выбор калибровочного маневра не сводится к типичным задачам теории линейных динамических систем. Но если маневр и состав измерений выбраны хотя бы из эвристических соображений, то проверку возможности калибровки в процессе изучаемого маневра, синтез алгоритма идентификации калибруемых погрешностей и анализ точности можно провести методами теории линейных динамических систем.

В целом теорию линейных динамических систем можно считать эффективным средством решения широкого круга задач, возникающих на этапах разработки технических предложений и эскизного проектирования систем ориентации КА ДЗЗ.

Г.П. Аншаков, В.А. Мочалов, В.В. Шумский

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ  
КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ НАБЛЮДЕНИЯ.  
ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ И ПРОБЛЕМАТИКА РАЗВИТИЯ

Существующий в настоящее время задел в создании автоматизированных систем управления космическими аппаратами наблюдения (АСУ КАН) народнохозяйственного назначения (НХН) характеризуется высокой динамикой развития их характеристик, соответствующий представлениям разработчика о техническом облике перспективных АСУ КАН, космических аппаратов наблюдения (КАН) и космических комплексов наблюдения (ККН) в целом. Такими характеристиками АСУ КАН, в частности, являются: эффективность процесса управления; оперативность (время реакции); затраты на создание и эксплуатацию; сроки создания; уровень автоматизации; уро

вень глобальности управления и др.

Высокую динамику развития АСУ КАН обеспечило выполнение ряда НИР и ОКР. Однако проведенные работы, как правило, решали частные вопросы, без учета взаимного влияния характеристик АСУ КА в динамике их развития.

В настоящем докладе сделана попытка экспертного качественного рассмотрения взаимного влияния (связей) существующих тенденций и проблематики развития АСУ КАН и их зависимости от основных тенденций развития КА и ККН в целом. Полученные результаты могут быть использованы для последующего получения количественных данных на основе комплексных исследований, а также для обоснования наиболее перспективных направлений, методов и средств анализа и синтеза АСУ применительно к созданию новых разработок ККН.

АСУ КАН традиционно рассматривается как двухуровневая система управления с наземным комплексом управления (НСУ) на верхнем и бортовым комплексом управления (БКУ) на нижнем уровнях, объектом управления которой является КАН. АСУ КАН входит в состав ККН и решает следующие группы задач: командно-программного обеспечения (КПО); контрольно-диагностического обеспечения (КДО); информационно-телеметрического обеспечения (ИТО); баллистико-навигационного обеспечения (БНО).

На развитие АСУ КАН, кроме внутренних, оказывают также влияние процессы развития КАН, как объекта управления, и ККН в целом, как внешней среды. Причем первопричиной (целями) развития КАН, ККН и АСУ КАН являются процессы совершенствования целевых характеристик КАН, ККН. Такими характеристиками являются: оперативность (периодичность) наблюдения районов земной поверхности; оперативность доставки видовой информации потребителю; производительность решения задач наблюдения; качество целевой информации; затраты на получение единицы видовой информации.

Процессы развития целевых характеристик ККН оказали как непосредственное, так и опосредованное (через изменения технического облика КАН и ККН в целом) влияние на процесс совершенствования технических характеристик АСУ КАН.

Результатом прямого влияния явились такие технические решения и тенденции развития АСУ КАН как:

- перенос ряда функциональных задач управления КАН из НСУ в БКУ, что отразилось на увеличении степени автономности функционирования КАН по всем группам задач (КПО, КДО, ИТО, БНО управления КА) и переходу от

многопунктной к преимущественно однопунктной схеме управления, снижающей затраты на эксплуатацию средств НКУ;

- реализация в НКУ принципа комплексной автоматизации процесса управления, существенно снижающего нагрузку операторов-управленцев за счет использования перспективной вычислительной техники и развития общего и специального программного обеспечения средств НКУ.

Косвенное влияние на развитие АСУ КАН оказали также следующие намечающиеся и существующие тенденции развития КАН и ККН:

- увеличение количества КАН, управляемых НКУ (выход на уровень управления системой КАН), интеграция КАН в систему КАН (СКАН) на основе единой баллистической структуры;

- доставка видеоинформации потребителю по радиоканалу, в том числе с использованием космического аппарата ретрансляции (КАР) или системы КАР (СКАР);

- возрастание технических характеристик и сложности эксплуатации фотоаппаратуры (ФА), в том числе за счет использования длиннофокусной оптики и аппаратуры преобразования и хранения информации для последующей передачи по радиоканалу;

- интеграция ККН, КК ретрансляции (ККР) и комплекса приема и обработки видеосинформации (создание космической системы наблюдения - КСН).

Результатом влияния фактора использования КАР для передачи видеоинформации явилась возможность получения нового качества АСУ КАН - обеспечение связи с КАН по ретрансляционному каналу управления с использованием КАР, позволяющее увеличить коэффициент глобальности связи АСУ до величины, равной единице.

Наряду с положительными, влияние указанных факторов на развитие АСУ КА выражается в появлении таких негативных тенденций и проблем развития КАН, ККН и КСН, как:

- увеличение энергосовых и габаритных характеристик КА;

- усложнение ФА и КАН в целом, как объекта управления средствами АСУ КАН;

- возрастание количества пространственно разнесенных элементов ККН (и, тем более - КС), информационно связанных между собой и требующих координации функционирования и взаимодействия.

Это негативное влияние приводит к появлению таких проблемных вопросов развития АСУ КАН, как усложнение ЕКУ, НКУ, технологических циклов управления (ТЦУ) КАН, что влечет за собой возрастание ресурсоем-

кости процесса управления; увеличение информационной нагрузки операторов-управленцев КАН, решающих задачи управления полетом КАН и лиц, принимающих решения.

Негативной стороной повышения автономности функционирования КАН является необходимость решения в НКУ нового класса задач в составе КДО - в целях получения в НКУ данных, необходимых для контроля и анализа функционирования КАН.

Указанные выше факторы негативного влияния процессов развития КК на АСУ КАН (СКАН) могут снизить или даже нейтрализовать прогрессивные технические решения, направленные на совершенствование технических характеристик ККН (КСН) в целом.

Дальнейшее развитие АСУ КАН (СКАН) применительно к перспективным разработкам ККН и КСН должно исходить из снижения влияния указанных негативных факторов и использовать методы и средства системных исследований.

С учетом вышеизложенного при синтезе перспективных АСУ КАН (СКАН) необходимо использовать следующие направления, методы и средства исследований:

1. Анализ и прогноз развития КАН (СКАН), как объектов управления и ККН (КСН), как среды. Активный подход разработчика АСУ КАН (СКАН) к формированию технического облика перспективных объектов управления и среды.

2. Анализ и прогноз развития интеграционных процессов в КСН, в том числе:

- развитие структурных представлений о процессе управления в КСН и управления СКАН при соответствующем развитии понятийного аппарата, показателей и критериев АСУ КАН, а также оценки АСУ СКАН и интегрированных АСУ КСН;

- развитие методов, средств и структур управления с учетом перспектив развития интеграционных процессов в СКАН (СКА КСН) и КСН в целом.

3. Создание комплекса программных моделей разработчика исследователя АСУ КАН (СКАН, СКА).

4. Обоснование технического облика комплекса обучающих и тренажных средств для операторов-управленцев.

5. Внедрение экспертных систем и элементов искусственного интеллекта.