

**ДИВЕРСИФИКАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ
В ЗАДАЧАХ МОНИТОРИНГА НА РЕТРОСПЕКТИВНОМ ПРИМЕРЕ ЗАВЕРШЕНИЯ
ЭКСПЛУАТАЦИИ АВИАКОСМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ¹⁰⁰**

Лобанов И.А., Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Масюков М.В.

Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН,

Россия, г. Москва, ул. Профсоюзная д.65

lobanov@ipu.ru, rozhnov@ipu.ru

Аннотация: предлагаются к обсуждению некоторые наработки комплексных исследований в области управления космическим движением и приложение средств моделирования критичных сценариев. Приведены и разбираются ретроспективный пример информационно-аналитического сопровождения и системная интеграция в интересах формирования, применения и развития виртуальной семантической среды перспективных авиакосмических систем.

Ключевые слова: авиакосмические системы, мониторинг, управление космическим движением, моделирование, системная интеграция, виртуальная семантическая среда, единая технология.

¹⁰⁰ Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ, проект No.16-29-04326 офи_м.

Введение

Эксплуатация авиакосмических систем и прогнозирование их состояния на различных этапах их жизненного цикла в настоящее время осуществляется посредством применения обширной совокупности технологий моделирования и управления, диверсификация и системная интеграция составляющих которых в наиболее наглядном плане может быть показана именно в *ретроспективе*.

Целевой установкой второго этапа инициативного проекта является продолжение поисковых исследований проблемных вопросов в сфере *экологического аудита* авиакосмических систем и их информационно-аналитическое сопровождение в совокупности актуальных задач мониторинга в управлении развитием крупномасштабных систем, совершенствования методов обеспечения сбора, интеллектуальной обработки и анализа больших массивов информации о реальных и гипотетических условиях их применения. «Новые вызовы» стратегии научно-технологического развития во многом определяют такие смежные проблемные области по отношению к представляемой – территориальная связность России (транспорт, связь и др.), *информационно-аналитическая работа* и проведение фундаментальных системно-стратегических исследований Арктики и Антарктики, обоснование и применение новых стандартов и многие другие [1-9]. Извлечение и усвоение необходимых уроков в одной из таких наиболее востребованных комплексных тем эффективного *экологического контроля* имеет неоспоримое значение для современной и ближайшего будущего техносферы. Особо выделим условия разработки перспективных *интеллектуальных транспортных систем* (ИТС), приоритетом для которых должна являться реализация устойчивого развития, сохранение биосферы Земли в свете весьма интенсивного современного развития человечества, иные сопутствующие важные вопросы. Осуществляя полный и достоверный анализ предварительных итогов и уточняя прогноз развития данной отрасли, рассмотрим на ретроспективном примере информационно-аналитический аспект диверсификации технологии моделирования и управления *на стадии завершения эксплуатации*.

1 Управление космическим движением и его информационно-аналитическое обеспечение на стадии завершения эксплуатации авиационно-космической системы

Современные проблемные вопросы управления космическим движением включают широкий спектр актуальных задач моделирования применения *авиационно-космических систем* (АКС) различного назначения: управление летательными аппаратами (требования, функции, алгоритмы); моделирование динамики полета, управления движением АКС; разработка интеллектуальных систем управления в авиационно-космической технике; развитие методов обработки и представления информации в АКС; совершенствование человеко-машинного интерфейса, технологий VR и AR; управление техническим состоянием и самодиагностика АКС; обоснование архитектуры бортовых комплексов, а также информационное и другие виды обеспечения средств, комплексов и агрегатов.

Основной целью комплексной работы является диверсификация единой технологии управления развитием автономных систем и интеграционных компонентов виртуальной семантической среды.

В прагматическом аспекте рассматриваются реальные условия и обоснование применимости новых / известных смежных объектов интеллектуальной собственности.

По своей сути предмет настоящего исследования преимущественно как таковой сосредоточен на мониторинге в управлении развитием крупномасштабных систем, а также методах и средствах обеспечения сбора, интеллектуальной обработки и анализа больших массивов информации об условиях применения АКС различного назначения [1-9]. Рассмотрен ретроспективный пример в интересах системной интеграции при информационно-аналитическом сопровождении завершения эксплуатации АКС в теории и практике формирования и развития виртуальной семантической среды моделирования и управления авиационно-космическими (автономными) системами.

В рассматриваемом примере, согласно сведениям официальных источников¹⁰¹, была предоставлена информация следующего характера: 30 апреля 2002 года Итальянское космическое агентство (АСИ) отключило выполнивший успешно за время своего функционирования программу полёта итальянский научный спутник ВерроSAX. Применённая к спутнику ВерроSAX процедура отключения необратима, а значит осуществлять управление запущенным в 1996 году спутником с Земли более было невозможно, и он стал неориентируемым космическим мусором, подчинённому действию закона вырождения орбиты. В декабре 2002 года высота орбиты спутника ВерроSAX составляла 403-409 км и, учитывая состояние плотности атмосферы на этой высоте, его возвращение в плотные слои атмосферы (100 км) предположительно ожидалось весной 2003 года (более точная дата была сообщена позже). Считалось, что около 40 фрагментов общей массой 650 кг достигнут

¹⁰¹ *Вербальная нота Постоянного представительства Италии при ООН (Вена, Комитет по использованию космического пространства в мирных целях) от 12.12.2002 г. на имя Генерального секретаря, А/АС.105/803.*

поверхности Земли; при этом масса самых крупных и тяжелых фрагментов не должна была превышать значение 120 килограммов.

В целях предоставления АСИ максимально полной информации о возвращении ВерроSAX всем государствам, на территории которых могло произойти падение фрагментов (включая государства, воздушные или морские суда которых могут находиться в зоне 4° ю.ш. – 4° с.ш.), а также международным органам, регулирующим аэро- и морскую навигацию, профильным комитетам ООН, реализовали свои намерения:

а) ознакомили с наиболее вероятными прогнозами сроков входа ВерроSAX в атмосферу с последовательно уточняемым указанием временного окна падения спутника и всех других необходимых параметров спуска в атмосфере (район падения несгоревших фрагментов, оценка опасности человеческих потерь в вариантах включения (исключения) крупных концентраций населения и т.д.);

б) открыли в январе 2003 года специальный веб-сайт (его адрес доступен и в настоящее время: <http://www.asdc.asi.it/bepposax/reentry/>);

в) распространили информацию по дипломатическим каналам;

д) создали специальную группу по ВерроSAX, ответственную за получение данных и передачу информации заинтересованным государствам и компетентным международным организациям (Комитету по использованию космического пространства в мирных целях, Европейскому космическому агентству, Международной организации гражданской авиации, Международной морской организации и т.д.); с приближением расчётной даты эта группа осуществляла круглосуточное слежение за входом данного спутника в плотные слои атмосферы;

е) запросили заинтересованные государства о по возможности оперативном назначении местных координаторов, ответственных за получение и распространение предоставляемой информации и за принятие всех необходимых мер по защите населения.

Таким образом, согласно указанной вербальной ноте и являющемуся её неотъемлемой частью официальному техническому бюллетеню вышеуказанные сведения было предложено рассматривать только как предварительную информацию. Позднее были представлены и другие дополнительные данные, которые распространялись через указанный специальный веб-сайт и в различных СМИ.

Процедура отключения была спланирована с обеспечением полного соблюдения положений международных соглашений о предупреждении засорения космического пространства и обеспечения схода спутников с орбиты. В заднем топливном баке ВерроSAX на тот момент содержалось 26 кг гидразина (N_2H_4) и 0,5 кг газообразного азотного окислителя (GN_2). Расщепляющихся материалов на борту ВерроSAX не имелось. Основным требованием была пассивация всех источников неизрасходованной энергии на борту, чтобы предотвратить любой взрыв спутника до стадии возвращения в атмосферу. Так, на дату анализируемого доклада [2.12.2002] высота орбиты спутника составляла 403-409 км, и, учитывая фактические температурные условия и плотность атмосферы на этой высоте, его возвращение в плотные слои атмосферы (100 км) ожидалось весной 2003 года.

Этот прогноз связан с фактическим профилем изменения температуры и плотности атмосферы, который в свою очередь зависит от солнечной активности в ультрафиолетовой области спектра. В соответствии с одиннадцатилетним солнечным циклом солнечная активность снижалась. Однако неожиданный всплеск солнечной активности мог вызвать последующее увеличение плотности атмосферы, что привело бы к ускоренному вырождению орбиты ВерроSAX. Такой ход событий являлся хотя и маловероятным, но возможным, и самое большее, к чему он мог привести – это ускорить на один – два месяца срок возвращения в атмосферу. Напротив, более интенсивное, чем обычно, снижение солнечной активности могло отложить сход спутника на конец 2003 года.

Соответственно, цель исходного материала – ознакомить с общим сценарием возвращения спутника в атмосферу и оценить полезность информации для населения территорий тех государств, территорию которых могло затронуть это событие, а также международным органам, регулирующим аэро- и морскую навигацию, соответствующим комитетам ООН. Правительство Италии и АСИ, придавая особое значение сходу спутника ВерроSAX, организовали программу распространения информации об этом событии в периодически издаваемых докладах, которые предоставлялись по дипломатическим каналам и доводились до сведения общественности через действующий с января 2003 года специальный веб-сайт в интернете [<http://www.asdc.asi.it/bepposax/reentry/>].

Заключение

В общем докладе предложен к обсуждению ряд работ комплексных исследований в области управления космическим движением и приложение средств моделирования аналогичных критических сценариев. Приведён условный пример информационно-аналитического сопровождения в интересах

и системной интеграции формирования, применения и развития виртуальной семантической среды передовых высокоавтоматизированных (автономных) авиакосмических систем и комплексов [1-9].

Литература

1. Цвиркун А.Д. Основы синтеза структуры сложных систем. – М.: Наука, 1997. – 256 с.
2. Гудов Г.Н., Журавлева Н.Г., Карпов В.В., Масюков М.В., Уральсков В.А. О проблематике экологического аудита аэрокосмических объектов при управлении развитием крупномасштабных систем / MLSD'2018. – М.: ИПУ РАН, 2018. Т. 2. С. 391-394.
3. Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Масюков М.В., Уральсков В.А. Системно-стратегические исследования проблемных вопросов интеллектуализации транспортных систем: автономность и потребление энергии электромобилями / Труды 2-й Международной НПК «Транспорт и логистика: инновационное развитие в условиях глобализации технологических и экономических связей». – Ростов н/Д.: Рост. гос. ун-т. путей сообщения, 2018. С. 262-266. http://www.rgups.ru/site/assets/files/38698/~_sbornik_transport_i_logistika.pdf.
4. Рожнов А.В., Карпов В.В. Разработка предложений по созданию единых технологий с перспективными источниками энергии в космической отрасли / MLSD'2016. – М., 2016. Т. 2. С. 150-154.
5. Лычев А.В., Рожнов А.В. Управление разработками и оценка эффективности производства изделий аэрокосмической отрасли на основе модели FDH // Решетнёвские чтения. 2017. № 21-2. С. 447-449.
6. Кричевский С.В. Экологическая история техники (методология, опыт исследований, перспективы). Монография. – М.: ИИЕТ РАН, 2007. - 160 с.
7. Гудов Г.Н., Рожнов А.В., Лобанов И.А. О новых средствах контрфактического прогнозирования и сопредельном потенциале информационно-аналитического обеспечения сложных систем / Материалы 16-й Всероссийской научно-практической конференции «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций» (Москва, 2017). – М.: ФКУ Центр «Антистихия» МЧС России, 2017. С. 263-268.
8. Lychev A. V., and Rozhnov A. V., “Advanced Analytics Software for Performance Analysis and Visualization of Financial Institutions,” Proceedings of the 11th IEEE International Conference on Application of Information and Communication Technologies (AICT2017, Moscow). Moscow, Russia: IEEE, 2017. Vol. 2, pp. 133-137.
9. Rvynkin S. E., Rozhnov A. V., Lychev A. V., Lobanov I. A. et al., “Multiaspect modeling of infrastructure solutions at energy landscape as virtual semantic environment,” Proceedings – 2017 International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, OPTIM 2017 and 2017 International Aegean Conference on Electrical Machines and Power Electronics, ACEMP 2017. Brasov, Romania: IEEE, 2017, pp. 935-940.