

УДК 629.7

АВТОМАТИЗАЦИЯ НАЗЕМНЫХ ИСПЫТАНИЙ РКН НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННОГО АРХИТЕКТУРНОГО ПОДХОДА И НОВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Везенов В.И., заместитель генерального директора ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» - директор-главный конструктор филиала «ОКБ «Спектр», к. т. н., лауреат Государственной премии СССР, meandr@spectr.ryazan.ru
Светников О.Г., заместитель директора – первый заместитель главного конструктора филиала ФГУП «ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс» - ОКБ «Спектр», к. т. н., заслуженный изобретатель РФ, meandr@spectr.ryazan.ru

Ключевые слова: архитектурный подход, автоматизированная система управления технологическими процессами наземных испытаний, базовая модель технологического процесса автоматизированных наземных испытаний, комплекс агрегатных базовых технических и информационно- программных средств, программируемые логические контроллеры.

Эффективность и качество отработки и эксплуатации новых образцов ракетно-космических комплексов в определяющей степени зависит от объема и достаточности испытаний при изготовлении, подготовке к пуску и непосредственно летной отработке ракет космического назначения (РКН). Существенную роль играют наземные испытания РКН, целью которых является достоверное определение и всесторонняя оценка параметров и характеристик и доведение их до значений, заданных в нормативно- технической документации [1]. В результате обеспечивается выявление и устранение конструкционных, технологических и производственных дефектов до осуществления пуска изделия, а также адекватное моделирование процессов функционирования систем ракеты и оценка реализуемости характеристик РКН в соответствии с комплексной программой экспериментальной отработки на ранних этапах до пуска изделия.

В условиях ограничения финансирования, сокращения количества образцов, выделяемых для испытаний, увеличения объема и сложности обрабатываемой информации с одновременным уменьшением времени на принятие решений, повышения интеллектуальных возможностей ракетной техники возникла потребность в обеспечении качественно нового уровня автоматизации процессов наземных испытаний РКН на базе новых информационных технологий.

Такая задача требует современного системного подхода к разработке и созданию средств и систем для обеспечения автоматизации процессов отработки и испытаний опытных образцов составных частей и РКН в целом. До последнего времени преобладал задачный подход в создании таких средств, когда разработчиками агрегатов, головным разработчиком и изготовителями РКН и наземного технологического оборудования (НТО) практически независимо друг от друга создавались различные узкоспециализированные комплексы и программные средства, обеспечивающие отработку, контроль и испытания на этапах изготовления, предварительных и полигонных испытаний. В этих условиях

Рассматривается современный архитектурный подход к созданию интегрированной автоматизированной системы управления технологическими процессами наземных испытаний, предназначенной для контроля и испытаний узлов, агрегатов и ракет космического назначения в целом на этапах их отработки на стендах главных конструкторов, контрольно-испытательных станциях заводов-изготовителей, технических и стартовых комплексах. Предлагается базовая модель технологического процесса автоматизированных наземных испытаний и комплекс агрегатных базовых технических и информационно- программных средств для реализации АСУ ТП. Приводится описание комплексов средств автоматизации, созданных для реализации наземных электроиспытаний РКН "Протон-М".

уровень унификации по проекту был невелик, а затраты на их создание и эксплуатацию существенны.

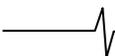
Предлагается современный архитектурный подход к созданию интегрированной автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) наземных испытаний, предназначенной для контроля и испытаний узлов, агрегатов и РКН в целом на этапах их отработки на стендах главных конструкторов, КИС заводов- изготовителей, технических (ТК) и стартовых комплексах (СК) космодромов.

Такой подход позволяет реализовать принципы проектного управления [2,3], организовать комплекс взаимосвязанных работ по проведению наземных испытаний различными предприятиями разработчиков и производителей на основе базового обеспечения и современных информационных технологий, в том числе CALS(ИПИ)-технологий, под координацией (управлением) предприятия генерального конструктора РКН.

В общем случае предлагаемая интегрированная АСУ ТП структурно должна представлять собой территориально распределенную 3-х уровневую систему.

Первый – нижний технологический уровень (стенды разработчиков, цехов и участков заводов-изготовителей, технические и стартовые комплексы космодромов) должен быть реализован на базе унифицированного набора программируемых логических контроллеров (ПЛК), объединенных промышленными коммутаторами ими коммуникационными контроллерами. На данном уровне решаются вопросы сопряжения, сбора и предварительной обработки информации от объектов контроля.

Второй – верхний технологический уровень предприятий и полигонов реализуется в виде локальных вычислительных сетей (ЛВС), включающих в свой состав рабочие станции испытателей, специалистов и руководителей работ, серверы, средства интегрального коллективного отображе-



ния и связи с предприятиями головного разработчика и исполнителями, участвующими в реализации проекта создания РКН. На данном уровне решаются задачи контроля, диагностики и испытаний узлов и агрегатов РКН.

Третий уровень – уровень организационного управления головного предприятия. Структурно реализуется аналогично второму уровню. На данном уровне выполняются функции проектного управления созданием РКН, аккумулируются и анализируются результаты испытаний всех составных частей и РКН в целом, осуществляется информационная поддержка при разрешении возникающих нештатных ситуаций, формируются и пополняются исходные данные для систем подготовки и принятия решений (СППР), вводятся, актуализируются и архивируются технические и организационные документы в электронном виде, систематизируются результаты испытаний для дальнейшего статистического анализа.

При создании предлагаемой интегрированной АСУ ТП должен быть применен современный архитектурный подход, получивший в последнее время широкое признание как основа методологии разработки сложных компьютерных систем [4]. Такой подход наряду с концепцией базового обеспечения гарантирует целостное многоаспектное представление о создаваемой системе, обеспечивает её естественную интеграцию в среду предприятий, создающих РКН, предоставляет возможности эффективного развития и интeрооперабельности со смежными системами.

Анализ состава работ по созданию сложных автоматизированных систем на базе действующих (ГОСТ 34) и новых (ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207, ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288) нормативных документов показывает, что все они подразумевают создание архитектур трех основных видов: архитектура деятельности, логическая архитектура (системная архитектура в терминах схемы Дж. Захмана), физическая (техническая или технологическая) архитектура [5].

Основой архитектуры деятельности является анализ технологических и организационных процессов на всех этапах наземных испытаний, который должен выполняться специалистами разработчиками и испытателями РКН и системными аналитиками АСУ ТП. Архитектура деятельности включает схемы классификации и модели процессов контроля, диагностики, испытаний, информационных ресурсов и потоков, необходимых для осуществления наземных испытаний, а также определение организационных структур, способов размещения и регламентов деятельности специалистов и руководителей испытаний.

Системная архитектура определяет свойства и основные характеристики проектируемой АСУ ТП, описания прикладных систем и сервисов, предоставляемых испытателям, специалистам, эксплуатантам и руководителям испытаний, описания информационных объектов и структур измерительной информации и результатов контроля, способов их использования и топологии размещения без привязки к конкретным технологическим решениям и формулируются требования к физической архитектуре.

Физическая архитектура определяет аппаратные и программные платформы, ОС, СУБД, ПО промежуточного слоя, сетевое ПО, сетевую и телекоммуникационную инфраструктуру, а также профили технических стандартов, которые будут использоваться при физической реализации системной архитектуры и обеспечивать работу прикладных систем [6].

На основе концепции базового обеспечения для реали-

зации архитектур интегрированной АСУ ТП проектируется комплекс агрегатных средств для наземных испытаний в составе базовых технических средств, базовых информационно-программных средств и методического обеспечения.

Базовое обеспечение разрабатывается на основе типизации и унификации методов и средств решения задач наземных испытаний. Несмотря на то, что наземная отработка осуществляется по множествам частных программ с использованием различных методик, по которым оцениваются сотни характеристик и десятки тысяч параметров, технические средства, применяемые для контроля, диагностики и испытаний блоков, агрегатов и РКН в целом, во многом инвариантны и используют ограниченный по номенклатуре набор источников информации [7].

Типовой минимальный набор базовых технических средств для обеспечения наземной отработки содержит:

ПЛК для ввода и предварительной обработки ТМИ;

ПЛК для ввода и предварительной обработки нетелеметрируемых параметров;

ПЛК для формирования и выдачи дискретных команд управления;

ПЛК для формирования и выдачи аналоговых команд управления и стимулирующих воздействий;

Типовые вычислительные комплексы на базе промышленных ЭВМ;

Телекоммуникационные средства и средства связи;

Средства коллективного отображения;

Средства регистрации высокоинформативных потоков информации;

Источники бесперебойного питания и т. п.

При необходимости набор дополняется оригинальными техническими средствами для сопряжения с объектом управления и наземным испытательным оборудованием.

ПЛК совместно с различными датчиками, исполнительными механизмами для реализации регулирующих и управляющих воздействий представляют нижний технологический уровень АСУ ТП, осуществляющий сбор и предварительную обработку информации о параметрах технологического процесса наземных испытаний, управление исполнительными механизмами, решение задач автоматического логического управления бортовыми системами и наземным технологическим оборудованием, что существенно снижает требования к пропускной способности каналов связи и вычислительной нагрузки средств обработки на следующем (втором) уровне. ПЛК реализуются по классической схеме и включают в свой состав модуль электрического сопряжения с объектом испытаний или наземным технологическим оборудованием, модуль предварительной обработки с программируемым ППЗУ с использованием ПЛИС-технологии, модуль сопряжения с ЛВС. В состав ПЛК может быть включен модуль регистрации первичной измерительной информации. К ПЛК предъявляются жесткие требования по надежности, времени реакции на события, происходящие на объекте, по технологической независимости и применению отечественной элементной базы.

Наиболее специфичным для данной предметной области является ПЛК для ввода и предварительной обработки ТМИ, которые обеспечивают электрическое сопряжение с радиотелеметрическими системами (типа БРС-4, РТС-9, "Орбита" и др, а также их модификациями), декоммутацию телеметрического кадра, форматирование данных и привяз-

ку их к временной шкале единого времени, предварительную обработку по снижению избыточности телеметрической информации, фильтрации для отбраковки аномальных измерений, восстановлению синхронизации и идентификации сбойных кадров. Реализация остальных ПЛК возможна с использованием коммерчески доступных промышленных модулей отечественного и зарубежного производства с учетом ограничений по технологической независимости и применяемости ПКИ.

Второй уровень реализуется в виде рабочих станций испытателей, технологов и руководителя работ на базе промышленных ЭВМ и стандартного телекоммуникационного оборудования с использованием технологий "клиент-сервер" и "файл-сервер". Для отображения хода технологического процесса, оперативного управления в штатных и нештатных режимах целесообразно использовать сегментированное табло коллективного пользования, позволяющее повысить эффективность командной работы испытателей сложных агрегатов и РКН в целом, особенно при разрешении нештатных ситуаций. На данном уровне осуществляется сбор и регистрация данных от локальных ПЛК, синхронизация работы и поддержание единого времени в системе, управление ходом испытаний и отображение состояния технологического графика, обработка измерительных данных в соответствии с методиками контроля и анализа состояния объекта, формирование оперативного заключения "норма-ненорма", итогового отчета, соответствующего раздела электронного паспорта, исходной информации по пополнению раздела базы данных по нештатным ситуациям.

Базовое информационно-программное обеспечение включает в себя системное программное обеспечение; прикладное программное обеспечение; инструментальное программное обеспечение; информационное обеспечение.

В состав системного программного обеспечения входят:

- операционные системы;
- системы управления базами данных;
- драйверы стандартных устройств;
- программные средства защиты информации (антивирусы, криптошлюзы, межсетевые экраны);
- утилиты (дефрагментатор диска, программы мониторинга оборудования);
- программные средства технического обслуживания системы.

Прикладное программное обеспечение включает специальное программное обеспечение и офисное программное обеспечение.

Специальное (функциональное) программное обеспечение предназначено для автоматизации различных аспектов деятельности специалистов и испытателей, решения функциональных задач контроля и испытаний, а также для реализации технологического процесса испытаний, обеспечивающего взаимодействие объекта управления с различными уровнями АСУ ТП и расчетом испытателей.

Офисное программное обеспечение используется для подготовки организационно-технических документов и отчетов по испытаниям и содержит текстовые и графические редакторы, редакторы электронных таблиц, редакторы видеоматериалов и т.п..

Для проведения автоматизированного анализа параметров РКН и его составных частей при наземных испытаниях минимальный базовый набор программных модулей

должен содержать:

- модули контроля параметров по принципу "НОРМА-НЕНОРМА", реализующие алгоритмы контроля уровня, мощности параметра, длительности событий, заданной последовательности событий и интервалов времени их формирования, числа штатных и нештатных переходов параметра и т.п.;

- модули статистического анализа, обеспечивающие сравнение получаемых результатов с данными предыдущих пусков;

- модули корреляционного анализа, обеспечивающие определение и оценку зависимости одного параметра от другого.

Инструментальное программное обеспечение, предназначенное для использования в ходе проектирования, разработки и сопровождения продукции, управления процессом должно включать:

- средства моделирования и проектирования;
- среды разработки;
- CASE-средства (средства комплексной автоматизации технологического процесса анализа, проектирования, разработки и сопровождения продукции);
- CALS-средства (средства информационной поддержки жизненного цикла продукции);
- SCADA-системы (диспетчерское управление и сбор данных).

Для промышленных АСУ ТП широко применяются коммерчески доступные SCADA-системы [8], а для рассматриваемой предметной области в последнее время вызывает интерес использование среды графического программирования типа IN LabVIEW фирмы National Instruments [9]. Данные продукты позволяют с использованием дружественного пользовательского интерфейса осуществлять процедуры сбора, обработки и управления объектами испытаний. Однако в наших приложениях применение SCADA-систем и продуктов фирмы NATIONAL INSTRUMENTS весьма ограничено из-за отсутствия сертификации, приемки заказчика, открытых исходных текстов и привязки к техническим средствам конкретных производителей. Поэтому для подготовки и проведения наземных испытаний встает задача разработки базового оригинального проблемно-ориентированного комплекса для подготовки, планирования, проведения испытаний, который должен обеспечивать:

- подготовку сеансов и процедур наземных испытаний с использованием дружественного пользовательского интерфейса без реального программирования;

- оперативное изменение сеансов и циклограмм испытаний;

- информационную поддержку испытателей при разрешении нештатных ситуаций;

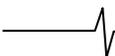
- сбор и предварительную обработку измерительной информации;

- регистрацию информации и всех событий, возникающих в процессе испытаний;

- хранение информации с возможностью ее постобработки через интерфейс с использованием в АСУ ТП баз данных в режиме диалога с испытателями;

- интегральное отображения хода испытаний и визуализация информации в виде мнемосхем, графиков, таблиц и т.п.

Информационное обеспечение включает в себя совокупность решений и данных по хранению информации и её пре-



доставлению потребителям, задействованным в технологической цепочке наземных испытаний, и включает в себя нормативную базу по проведению испытаний, базу технических документов, статистические данные, классификаторы информации по различным аспектам деятельности, структуры хранения информации, рубрикаторы нештатных ситуаций и т.п.

Основными документами методического обеспечения являются:

- Методики контроля параметров и характеристик приборов, устройств и агрегатов РКН.
- Методические указания по разрешению нештатных ситуаций.
- Учебно-методические пособия по программированию и эксплуатации АСУ ТП.
- Должностные инструкции операторов, испытателей, технологов, экспертов-аналитиков и руководителей расчетов, обеспечивающих проведение наземных испытаний.

Анализ реализуемых функций на различных этапах показал, что характер наземных испытаний в значительной степени совпадает при их проведении на КИС ЗИ, ТК и СК. В системе измерений различных ракет используется типовой набор датчиков и измерительных бортовых приборов, радиотелеметрических систем. Нормативная база, методология проектирования и технологии наземных испытаний на различных предприятиях космической отрасли являются идентичными.

На основе данных положений предлагается базовая модель технологического процесса автоматизированных наземных испытаний (Рис. 1), предусматривающая последовательный итерационный процесс испытаний на КИС заводов изготовителей, ТК и СК в интегрированной информационной среде с подготовкой и отработкой технологической и программной документации на стендах и КИС ЗИ и переда-

че ее в электронном виде на ТК и СК космодромов.

Функционально базовый техпроцесс инвариантен от места проведения испытаний (КИС ЗИ, ТК и СК) и его целесообразно разделить на три фазы:

- подготовка исходных данных;
- проведение испытаний (контроль параметров, реализация технологического графика, представление, регистрация результатов обработки, измерительной и технологической информации);
- анализ и подготовка отчетных документов.

Исходными данными для реализации первой фазы является конструкторская, технологическая, эксплуатационная и методическая документация. Предлагается для эффективного обеспечения процессов наземной отработки ввести в обращение в качестве технологического документа электронный паспорт изделия (ЭПИ), формируемый по технологии баз данных на предприятии разработчике и пополняемый (корректируемый) на всех этапах наземных испытаний. ЭПИ содержит следующие основные разделы: раздел формуляра по ГОСТ; раздел каталога изделия по ГОСТ; раздел эксплуатационной и технологической документации; раздел рубрикатора нештатных ситуаций; разделы, связанные с результатами наземных испытаний.

На данной фазе используется комплекс средств подготовки исходных данных, минимальный состав которого должен содержать язык формализованного описания процесса объекта (структуры телеметрической системы и источников информации), конструктор сеансов и циклограмм испытаний, графический объектно-ориентированный редактор с набором анимационных функций, библиотеку программ контроля, диагностики и обработки параметров, формы и шаблоны представления результатов испытаний.

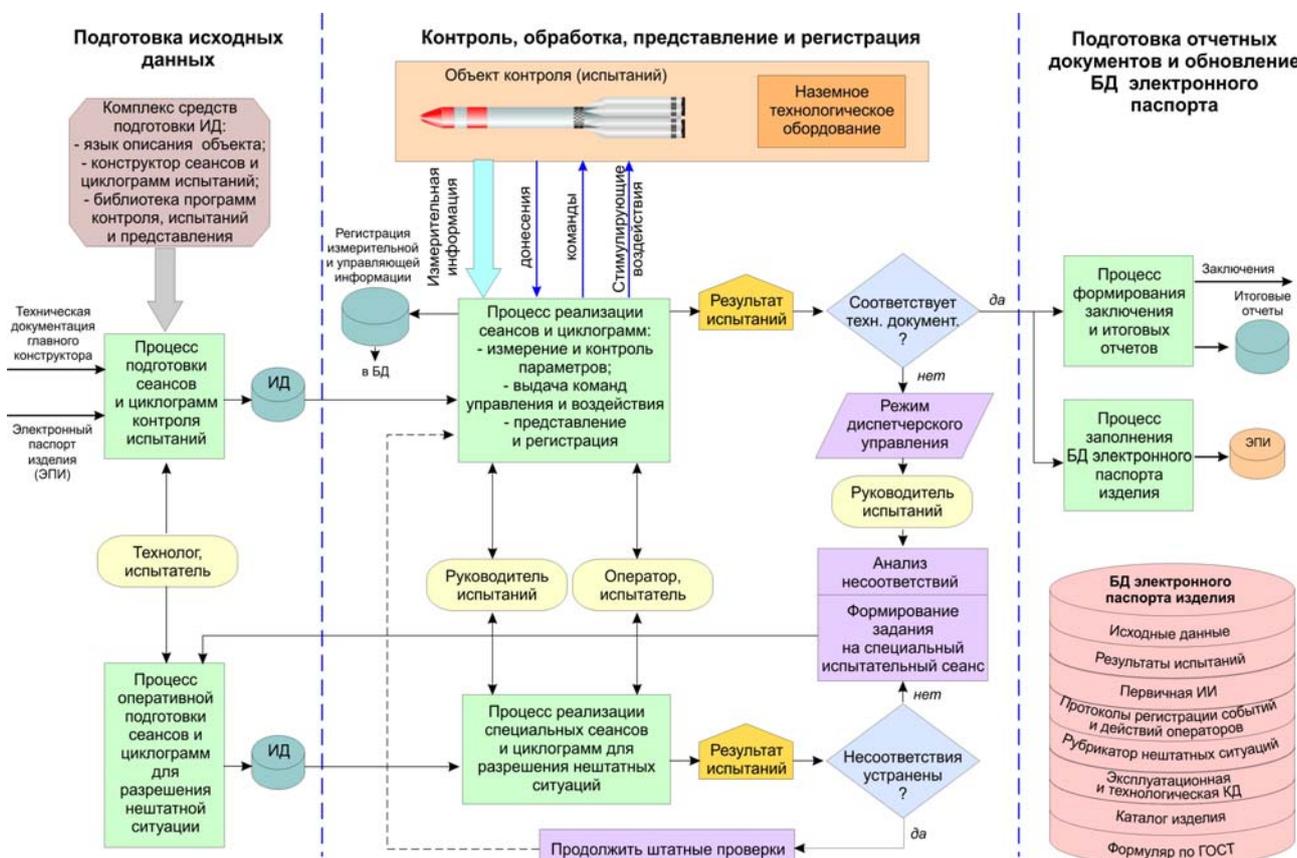


Рис. 1. Базовая модель технологического процесса автоматизированных наземных испытаний

Подготовленные в соответствии с заданной штатной технологией, зафиксированной в документации главного конструктора, исходные данные в виде программы сопровождают изделие, вводятся в КСА, корректируются (при необходимости) и заносятся в ЭПИ на всех фазах наземных испытаний.

На фазе проведения испытаний под управлением исполнительной системы осуществляется автоматический контроль параметров, выдача команд управления, прием и обработка реакций изделия в соответствии с предварительно подготовленными сеансами и циклограммами испытаний. Вся первичная измерительная информация и реакции объекта на команды управления регистрируются на ЖМД и в последующем заносятся в ЭПИ. В штатном режиме руководитель расчета испытаний осуществляет контроль выполнения технологического графика и интегральный контроль за состоянием объекта. При положительных итогах реализации сеансов испытаний выдается заключение по результатам испытаний по заданной форме и осуществляется переход к фазе подготовки отчетных документов.

При возникновении несоответствий исполнительная программа осуществляет в разрешенных точках перевод системы в режим диспетчерского управления, при котором все последующие действия определяет руководитель расчета. Руководитель расчета анализирует возникшую нештатную ситуацию и принимает решение о продолжении штатных проверок или к переходу к процессам исследования и установления причин выявленного несоответствия. Для информационной поддержки руководителю расчета и аналитикам предоставляются следующие сервисы:

- возможность повторения штатных проверок в автоматизированном режиме с остановкой процесса в заданных оператором точках с переходом при необходимости на ручной режим;
- вызов на экран необходимой эксплуатационной и технологической документации, рубрикатора нештатных ситуаций;
- возможность оперативной подготовки и прогона специальных испытательных сеансов и циклограмм с рабочих мест руководителя и испытателей;
- выбор и прокрутка необходимых архивных трендов для просмотра в графическом виде аналогичных параметров, зарегистрированных на предыдущих этапах наземных испытаний.

После выявления и устранения несоответствия осуществляется занесение необходимых данных в ЭПИ, в том числе пополняется рубрикатор нештатных ситуаций.

Основные фрагменты предлагаемой технологии и построения АСУ ТП наземных испытаний апробированы при автоматизации наземных электроиспытаний РКН "Протон-М" [10].

Для поддержки базового техпроцесса автоматизированных электроиспытаний разработаны и установлены на стендах и КИС предприятий ГКНПЦ им. Хруничева, НПЦ АП, ТК и СК Космодрома "Байконур" комплексы средств автоматизации (КСА) на базе унифицированного ряда типовых аппаратно-программных модулей. КСА реализованы на базе УСО, устанавливаемых вблизи объектов контроля, и ЛВС, объединяющей рабочие мес-

та испытателей, операторов и руководителя работ.

УСО включает в свой состав ПЛК для ввода и предварительной обработки ТМИ; ПЛК для ввода и предварительной обработки нетелеметрируемых параметров; ПЛК для формирования и выдачи дискретных команд управления; ПЛК для формирования и выдачи аналоговых команд управления и стимулирующих воздействий.

Для реализации технологических процессов электроиспытаний предусмотрены инструментальные программные средства формализованного описания процесса испытаний, позволяющие технологу (испытателю) без привлечения программистов в предметно-понятном интерфейсе осуществлять конструирование логической схемы сеансов испытаний; формировать описание телеметрической системы и источников информации, описание тарировочных характеристик, определять необходимые алгоритмы контроля параметров и характеристик бортового и наземно-технологического оборудования.

Для удобства пользователей разработаны пополняемые библиотеки программ, реализующих алгоритмы обработки, контроля и диагностики узлов, агрегатов и приборов изделия; типовые формы и шаблоны представления и регистрации результатов испытаний в виде графиков, таблиц, гистограмм, диаграмм, мнемосхем; база данных для хранения исходных данных и результатов испытаний, технической и организационно-технической документации, необходимой для информационной поддержки процессов электроиспытаний, в том числе для разрешения нештатных ситуаций.

Подготовленные исходные данные формируются в электронном виде, становятся частью документации Генерального конструктора и сопровождают изделие на всех стадиях жизненного цикла. Все исходные данные, измерительная информация и результаты обработки сохраняются после каждого этапа испытаний в электронном архиве и могут быть использованы при анализе качества создаваемых изделий, разрешения нештатных ситуаций, возникающих в процессе наземных испытаний, и подготовке итоговых отчетов.

На стендах Главных конструкторов и заводах изготовителей АСУ ТП наземных испытаний интегрируются с АСУ предприятия, а на космодромах являются составной частью АСУ подготовки и пуска.

Аналогичные технологии и КСА для проведения электроиспытаний РКН "Союз-2", "Союз-СТ" применяются в ГНПРКЦ «ЦСКБ-Прогресс», космодромах "Плесецк" и "Байконур", космодроме Куру" Гвианского космического центра.

Таким образом предлагаемый подход к построению интегрированной АСУ ТП наземных испытаний и технологии ее применения для создаваемых новых образцов РКН позволяет реализовать:

- интегрированную информационную среду, обеспечивающую эффективное информационное взаимодействие в рамках разграничения доступа всем должностным лицам и специалистам полигонов, предприятий-разработчиков и изготовителей, участвующим в проведении наземных испытаний;
- дружественный пользовательский интерфейс, интуитивно понятный должностным лицам и специалистам, обеспечивающий их эффективную работу по подготовке и

проведению наземных испытаний без учета специфики вычислительных и телекоммуникационных средств;

- цветокодированное интегрированное отображение и представление на различных этапах наземных испытаний как на экранах рабочих станций, так и на табло коллективного пользования предприятий, ТК, СК;

- информационную поддержку специалистов при возникновении нештатных и аварийных ситуаций за счет оперативного доступа к информационным ресурсам: ЭД и КД в электронном виде, диагностическим подсказкам, систематизированному опыту по архиву результатов предыдущих испытаний аналогичных изделий;

- электронный документооборот организационно-технической документации между космодромом и предприятиями разработчиков и изготовителей с использованием CALS (ИПИ) технологий и CALS средств;

- высокий уровень автоматизации всех элементов инфраструктуры испытательных баз предприятий разработчиков и изготовителей с возможностью как децентрализованного, так и централизованного управления со стороны предприятия генерального конструктора РКН;

- комплексы средств автоматизации на базе унифицированных вычислительных и телекоммуникационных средств, сертифицированных в РФ и разрешенных к применению в ВВТ;

- модульную структуру прикладного (специального) программного обеспечения, реализуемая на основе согласованных внутрипрограммных и межпрограммных интерфейсов и позволяющую упростить процессы программирования, обеспечить параллельную разработку, доработку и дополнение программных комплексов без изменения установленного на объекте программного обеспечения;

- автоматическое документирование действий должностных лиц, влияющих на процессы выполнения работ, регистрация и архивация измерительной и технологической информации, результатов испытаний.

Литература

1. Меньшиков В.А. Полигонные испытания. М.: КОСМО. 1997, с. 416
2. Воропаев В.И. Управление проектами в России. М.: АЛАНС. 1995, с. 225
3. Везенов В.И., Светников О.Г., Таганов А.И. Основы процессно-ориентированного управления проектами информационных систем. М.: ЭНЕРГОАТОМИЗДАТ, 2002, с.324
4. Federal Enterprise Architecture Framework. Version 1.1 September 1999
5. Зиндер Е.З. Современный архитектурный подход и его практическое применение в рамках старых и новых стандартов проектирования. М.: Фонд ФОСТАС. 2005, с. 44
6. Зиндер Е.З., Коголовский М.Р. Базовый глоссарий терминов по архитектуре обобщенного предприятия и электронного правительства. М.: Фонд ФОСТАС. 2005
7. Олейник И.И., Суворов А.В., Пискунов А.А. Натурная обработка сложных технических комплексов. М.: НАУКА, 1990, с.239
8. Андреев Е.Б. Куцевич Н.А. Синенко О.В., SCADA – системы: взгляд изнутри. М.: РТСофт, 2004, с.176
9. Технологии для авиации ракетно-космической техники. National Instruments. ni.com/russia.
10. Везенов В.И., Светников О.Г., Тимашев А.В., Иванов А.В. Опыт создания систем автоматизации испытаний систем измерений и электроиспытаний изделий ракетно-космической техники. Радиотехнические тетради №33, 2006, с.38-42

ИНФОРМАЦИОННОЕ ПИСЬМО

Уважаемый коллега!

Приглашаем Вас принять участие в работе 13-ой Международной конференции и выставки «Цифровая обработка сигналов и ее применение – DSPA'2011», которая состоится в Москве в ИПУ РАН 30 марта - 01 апреля 2011 года

ОРГАНИЗАТОРЫ:

- Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова
- IEEE Signal Processing Society
- Российская секция IEEE
- Институт радиотехники и электроники РАН
- Институт проблем управления РАН
- Институт проблем передачи информации РАН
- Московский научно-исследовательский телевизионный институт
- Компания AUTEX Ltd. (АВТЭКС)

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ КОНФЕРЕНЦИИ:

- Теория сигналов и систем
- Теория и методы ЦОС
- Цифровая обработка многомерных сигналов
- Цифровая обработка речевых и звуковых сигналов
- Цифровая обработка изображений
- ЦОС в системах телекоммуникаций
- ЦОС в радиотехнических системах
- ЦОС в системах управления и робототехники
- Цифровая обработка измерительной информации
- Нейрокомпьютерная обработка сигналов и изображений
- Цифровое телевидение и телевидение
- Цифровое радиовещание
- ЦОС в системах защиты информации
- Проектирование и техническая реализация систем ЦОС
- ЦОС в открытых системах
- Проблемы подготовки специалистов в области ЦОС