



ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОСТАВОК И ЭКСПЛУАТАЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ЗА СЧЕТ ОРГАНИЗАЦИИ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА ЕЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Ю.И. Буряк (ФГУП "ГосНИИАС")

Рассматривается комплексная задача обеспечения безопасности поставок промышленной продукции на различных иерархических уровнях: от контроля физических параметров при перемещении изделий от поставщиков к потребителям до ограничения доступа к информации об изделиях, ее поставщиках и потребителях. Предлагается архитектура информационно-системы непрерывного мониторинга жизненного цикла на примере изделий авиационного назначения. Показаны отличительные признаки рассматриваемой системы: унифицированное описание объекта поставки, использование произвольных носителей машиночитаемой информации и инструментальных средств ее регистрации как в ручном, так и в автоматизированном режимах. Приводятся сведения о составе и функциях программных и некоторых инструментальных компонентах системы.

Ключевые слова: мониторинг эксплуатационно-технических характеристик, сбор и первичная обработка данных, поддержка принятия управленческих решений, банк информации, жизненный цикл изделия, радиочастотные датчики.

Введение

Решение проблемных вопросов производства конкурентоспособной сложно-технической промышленной продукции, например, воздушных судов (ВС), обеспечения безопасной и экономичной эксплуатации во многом связано с информационным обеспечением деловых процессов ее жизненного цикла.

Использование неполной, недостоверной и устаревшей информации о техническом состоянии компонентов ВС, вызванное влиянием таких факторов, как:

- наличие ошибок при распределении продукции потребителям и последующий срыв сроков ее поставок особенно в условиях транснациональных транспортных потоков, вызванные широкой номенклатурой ресурсных агрегатов (до 1500 ед.) на борту самолета и их высоким уровнем взаимозаменяемости;
- нарушение физических условий хранения и транспортировки изделий;
- ошибочные действия персонала при установке и эксплуатации/обслуживании агрегатов;
- внесение искажений в сведения об изделии и применение фальсифицированных/неаутентичных изделий и документов

приводит к нарушению условий безопасности поставок и эксплуатации изделий.

Поэтому организация непрерывного мониторинга эксплуатационно-технических характеристик компонентов ВС (КВС) при перемещении от производителей и поставщиков к ремонтным предприятиям и эксплуатантам на базе комплексного применения следующих методов:

- автоматизации при сборе и первичной обработке данных, а именно: машиночитаемой информационной маркировки при идентификации авиационных комплектующих, систем датчиков регистрации физических условий и глобального позиционирования;

- контроля и совместной обработки полученных данных

рассматривается в качестве важнейшего условия для оперативной регистрации нарушений и формирования необходимых управленческих решений по сохранению показателей безопасной и экономичной эксплуатации авиационной техники.

Система непрерывного мониторинга компонентов ВС в течение их жизненного цикла (ЖЦ)

Территориально-распределенная многоуровневая система КВС представлена на рис. 1.

Первый уровень предназначен для работы с конечным пользователем. Предприятия первого уровня – источники данных, которые описывают характеристики КВС на производственной стадии ЖЦ и отслеживают их изменения на последующих стадиях. В своей деятельности эти предприятия широко используют технические средства автоматического сбора машиночитаемой информации – автоматические и ручные сканеры штрихового или электронного кода в местах складирования и эксплуатации изделий, а также автоматически работающие системы датчиков регистрации физических параметров и глобального позиционирования продукции при их перемещении. Собранные данные в согласованном формате передаются на последующие уровни системы мониторинга. Передача данных производится двунаправленно посредством коммуникационных сервисов Internet.

Верхний уровень предназначен для регистрации, консолидации полученных данных и их предоставления конкретному пользователю. На верхнем уровне предприятия – потребители данных используют полученную информацию в интересах поддержки принятия управленческих решений. Здесь выделяются следующие основные формы обработки данных:

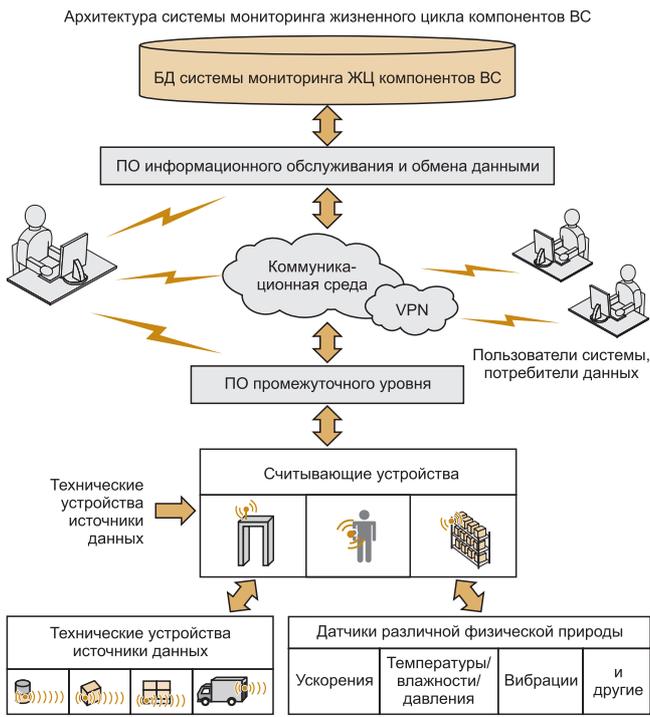


Рис. 1. Архитектура системы мониторинга жизненного цикла КВС

• интеллектуальный анализ существующего информационного фонда, то есть прослеживание временных характеристик выбранного КВС или мониторинг характеристик выбранного перечня КВС для заданного момента времени;

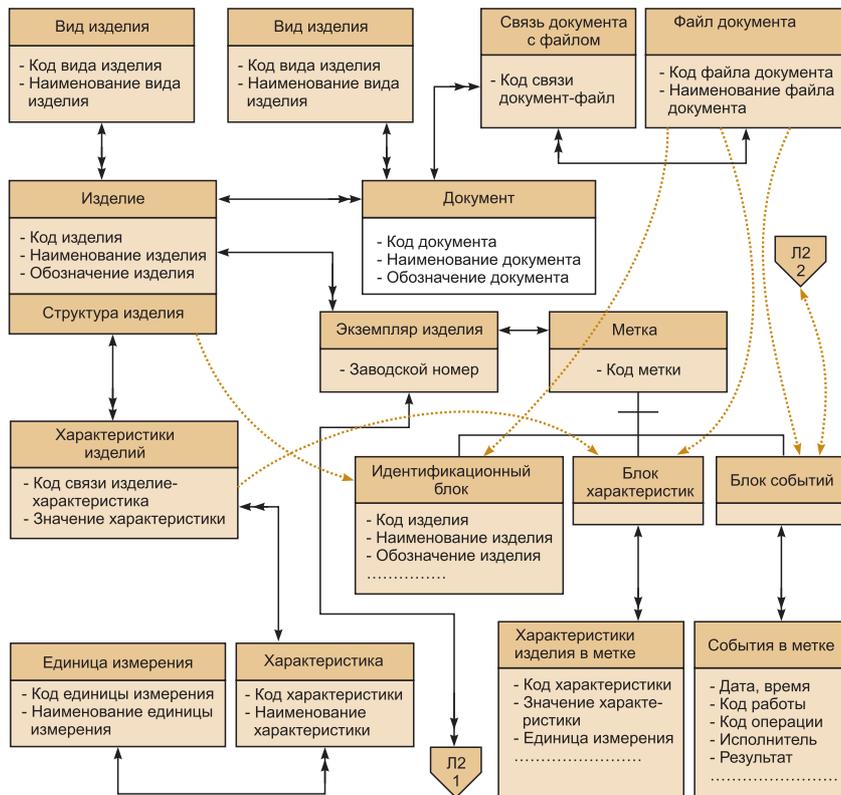


Рис. 2. Информационная модель предметной области (лист 1)

• оценка соответствия текущих характеристик КВС заданным требованиям на базе решения контрольно- расчетных задач;

• формирование прогнозных значений характеристик КВС на базе создания моделей данных посредством использования методов авто/множественной регрессии.

Методологической основой функционирования системы является применение следующих основных принципов:

• интеграция разнотипных источников машиночитаемой информации в едином процессе сбора данных о состоянии изделий;

• единообразное представление измеренных характеристик КВС в виде трех информационных блоков:

- данных, идентифицирующих изделия (заводской номер, чертежный номер, дата изготовления, завод – изготовитель);

- основных характеристик, имеющих смысл с точки зрения его эксплуатации (дата начала отсчета сроков службы, ресурсы на момент документирования, наработки на момент документирования, дата последнего продления ресурса и пр.);

- данных, описывающих происходящие события (кто, где, когда и какие операции выполнял с изделием).

При реализации вышеуказанного подхода [1] можно говорить об организации управления показателями технического состояния КВС в течение жизненного цикла; причем управление является иерархичным и направлено на минимизацию отклонений показателей

от регламентированных (эталонных) значений.

Архитектурно рассматриваемую систему целесообразно разделить на три составные части: банк информации; средства распределенной обработки данных; корпоративная сеть.

Банк информации системы хранит информационный фонд системы, обеспечивая эффективный коллективный доступ к фонду, надежное и безопасное хранение информации системы. Банк информации может быть централизованным или распределенным.

В основу модели (рис. 2) информационного фонда системы положен информационный объект "Изделие", представленный в виде типа и экземпляра типа, который характеризуется "описанием" и должен строиться на основе единого словаря понятий. Объект "Изделие" структурирован по нескольким уровням иерархии, отражающим вхождение одних изделий в другие. Каждое изделие имеет основные количественные и качественные характеристики (атрибуты описа-

ния), которые отличают его от других изделий. Объект "Изделие" связан с объектами вида "Ресурс" и "Работа".

Объект "Изделие" имеет атрибут "Состояние". Посредством такой структуры обеспечивается ведение динамических данных о состоянии работ по изделию и задействованных ресурсах. Эти данные используются для контроля этапов ЖЦ.

Выделяется объект "Метка", который связан с объектом "Изделие" и физически сопровождает "Изделие" на протяжении ЖЦ. Объект "Метка" содержит актуальные значения основных качественных и количественных характеристик изделий, сгруппированные в три информационных блока.

Каждое изделие может сопровождаться документацией, поэтому объект "Изделие" должен содержать "контейнеры" для документации. Рассматривается два вида "контейнеров". Первый вид обеспечивает ссылку на документ, который физически хранится вне объекта "Изделие", но логически связан с этим объектом. Второй вид "контейнера" обеспечивает непосредственное хранение документа. "Контейнеры" унифицированной модели изделия должны быть ориентированы на мультимедиа информацию, включающую важные для изделия сведения: результаты испытаний, неисправности, дефекты и пр.

Атрибутами объекта "Документ" выступают регистрационные данные документа, а также при необходимости ключевые слова и фактографические признаки документа, которые облегчают его поиск. Физически документ существует в виде файла и хранится в соответствующем каталоге.

В процессе хранения и эксплуатации за счет влияния временных и внешних воздействующих (режимы эксплуатации, диапазон изменения температуры, давления, солнечной радиации и пр.) факторов имеет место объективное ухудшение технических характеристик изделий, приводящих к снижению показателей безопасности. Потребность восстановления последних обуславливает необходимость технического обслуживания и регламентных работ, проводимых участвующими предприятиями. Для таких работ привлекаются различные ресурсы, в состав которых входят: материальные, финансовые, кадровые. Состав работ описан в регламенте и разбит на операции. Результатом выполнения работ является изменение характеристик изделий. В состав результатов, в том числе входят акты, накладные и пр., подтверждающие факт проведения работ и потребления соответствующих ресурсов.

При объектно-ориентированном рассмотрении процессы, связанные с ЖЦ изделия (стадии, этапы, операции) рассматриваются как методы, инкапсулированные в объекте "Изделие".

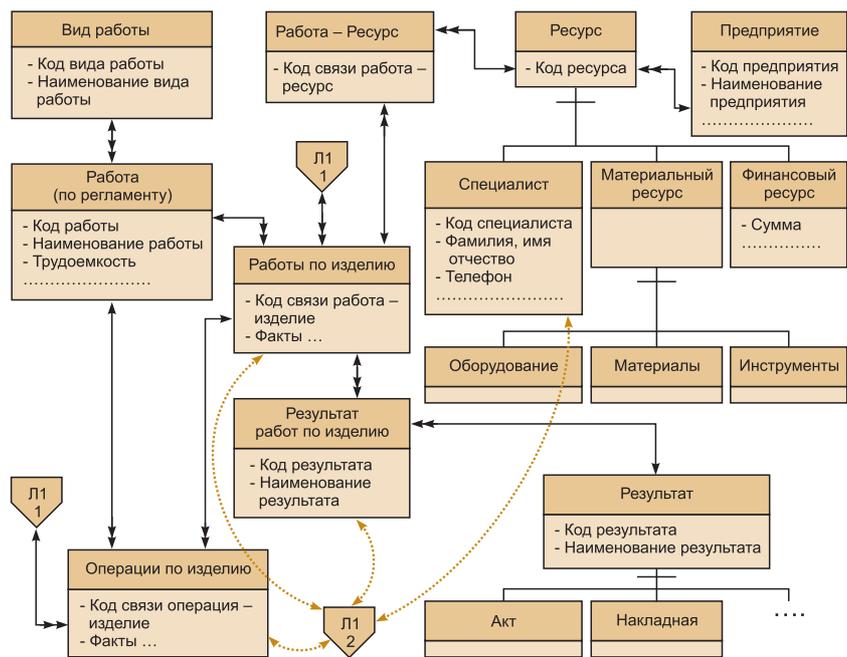


Рис. 3. Информационная модель предметной области (лист 2)

Каждый процесс ЖЦ, являясь методом класса "Изделие", обеспечивает: внесение (дополнение, изменение) "частного описания" в "описание" объекта "Изделие" или использование "частного описания", выделенного из "описания" объекта "Изделие", или заполнение "контейнера" экземпляром документа объекта "Документ", или вызовом документа объекта "Документ" из "контейнера", или регистрацией изменения документа в объекте "Изменение". При этом регистрируется новое состояние (изделия, документа), проведенная исполнителями работа и задействованные ресурсы.

Корпоративная сеть выполняет связующую роль между пользователями, данными в банке информации и результатами обработки данных. Корпоративная сеть обеспечивает достоверный и безопасный обмен информацией.

Выдвигаются следующие требования к корпоративной сети:

- наличие показателей производительности и реактивности, достаточных для организации интерактивного доступа к информации всех пользователей;
- наличие сервисов, достаточных для организации сопровождения банка информации и управления электронным документооборотом;
- обеспечение защищенного обмена информацией для корпоративных пользователей и, возможно, открытого обмена информацией для пользователей Internet.

На сегодняшний день в российских условиях находит активное развитие вариант на базе Internet с использованием VPN-технологий. VPN – это сети, построенные на базе существующих каналов и узлов Internet и механизмов, позволяющих обеспечить конфиденциальность и целостность передаваемой инфор-

мации в рамках определенной установленной кооперации. Виртуальная сеть связывает друг с другом удаленные объекты через виртуальные выделенные каналы. Для организации таких каналов применяется механизм туннелирования. Однако последний не решает проблему конфиденциальности данных, поэтому передаваемая информация защищается шифрованием.

Средства распределенной обработки (рис. 4) выполняют всю предварительную и содержательную обработку информации системы, принимая от источников первичные данные и обеспечивая потребителей необходимыми результатами. Система распределена по узлам обработки.

Схема комплекса программных средств, поддерживающих процедуры сбора и обработки данных, представлена на рис. 5. Приложение "Терминал", входящее

в состав ПО промежуточного уровня, непосредственно по локальной сети взаимодействует с комплексом аппаратных средств, обеспечивающих чтение данных с машиночитаемых носителей или запись на них информации, поступившей из БД. Приложение "Терминал" единообразно работает (в ручном или автоматическом режимах) с любым типом существующего оборудования, поддерживающего процедуры автоматизированного обмена данными с соответствующими носителями. При чтении меток с высокой информационной емкостью (например, радиочастотных) пользователь получает возможность визуализации полного состава характеристик изделия, проведения необходимых изменений таких характеристик после завершения работ с изделием (монтаж, демонтаж, проверочные испытания и пр.) перезаписи данных на носитель и формирования стандартного обменного файла в адрес БД. При чтении меток с низкой информационной емкостью (например, штрих-кодовых) имеет место идентификация изделия с последующим запросом из БД остаточной для визуализации информации, после получения которой последовательность работы сохраняется. Приложение "Терминал" имеет открытую архитектуру, что предполагает достаточно простые процедуры расширения его функциональности и состава подключаемого оборудования.

Приложение "Администратор" поддерживает комплекс мероприятий по ведению (создание, изменение, удаление) типа изделия и его версий, выбора вида протокола обмена данными с соответствующими потребителями, управлению правами пользователей системы (индивидуальных и групповых), администрированию БД и сопрягаемого оборудования. Посредством приложения "Администратор" поддерживается единство лингвистического обеспечения системы, тиражирования фрагментов БД на узлы системы, а также процедуры "экспорт-импорт" файлов данных (сервис demon).

Приложение SyncPCPDA предназначено для организации обмена данными с портативными терминалами сбора данных, выполненными на базе карманных портативных компьютеров. Существующий уровень автоматизации процедур предполагает автоматическое определение пользователя и двухсторонний обмен данными, включающий передачу заданий на проведение работ и прием результатов выполнения предыдущих заданий. Полученные данные посредством сервиса demon автоматически импортируются в БД системы.

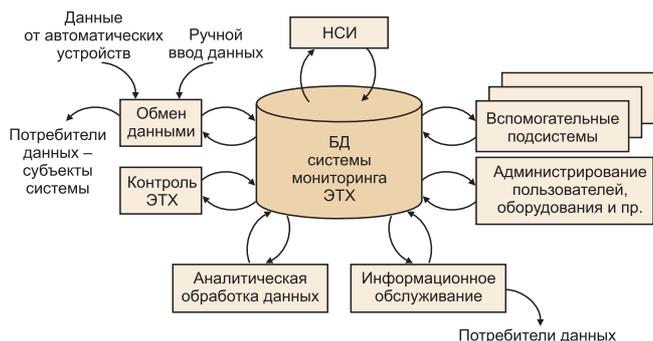


Рис. 4. Схема функциональной модели системы

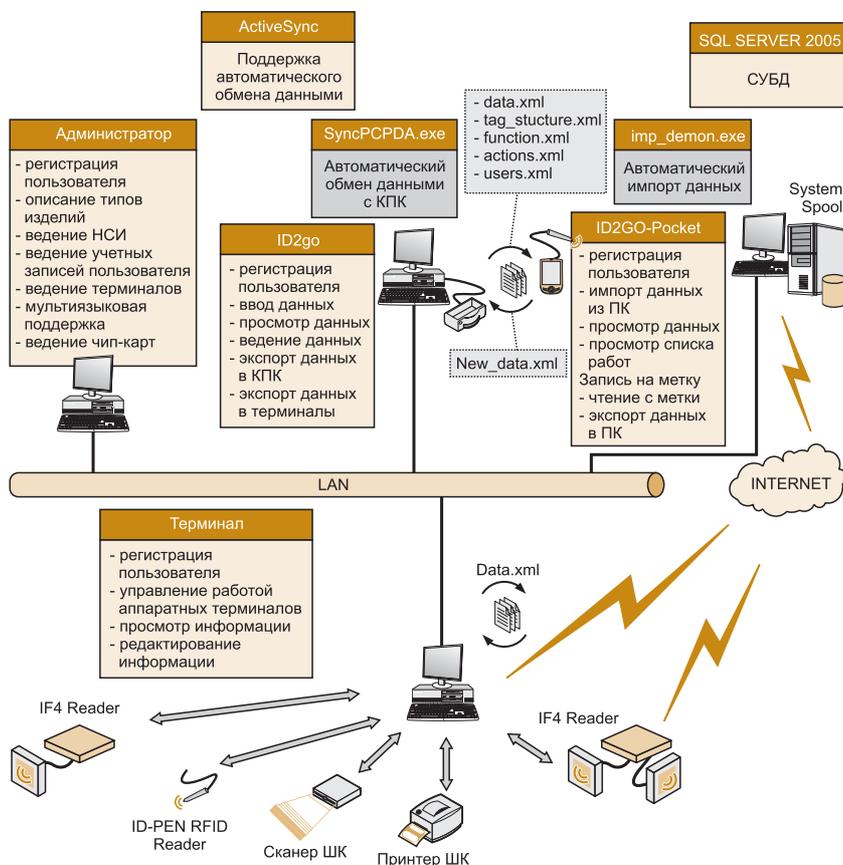


Рис. 5. Схема комплекса программных средств

Приложение ID2GO выполняет функции информационного обмена и обслуживания пользователей. В рамках обмена данными пользователь формирует обменный файл данных для выбранного типа изделия с учетом соответствующей версии, выбирает тип коммутируемого оборудования и направляет в его адрес обменный файл для последующей записи на соответствующий информационный носитель. Для информационного обслуживания пользователей в приложении реализованы все необходимые функции (группировки, сортировки, фильтрации по различным признакам) для одновременной визуализации наборов данных в ряде связанных таблиц, поиска данных и динамического конструирования отчетов по выбранным пользователем признакам и пр. В приложении реализован современный графический интерфейс, позволяющий на интуитивно понятном уровне выполнять все необходимые пользователю операции с данными.

Технологический комплекс (на примере RFID-технологии) включает радиочастотные датчики или метки (например, Microsensys MINI-TAG spezial и др.), мобильные средства записи/считывания (например, Microsensys iID® PEN bt и др.), а также средства регистрации/анализа характеристик изделий (например, HP iPAQ, Casio DTX 10 Handheld и др.) в различных вариантах конструктивного исполнения (рис. 6). Единый технологический процесс работы комплекса обеспечивается применением разработанного специального ПО, оптимизированного под технические характеристики средств вычислительной техники и предустановленного в средствах записи, регистрации и анализа данных.

Процедура работы комплекса включает: подготовку и запись первичной информации на радиочастотные датчики-метки на заводах-изготовителях КВС; чтение и актуализацию информации в условиях эксплуатации.

Собственно процедуры записи/считывания данных являются однотипными и включают последовательное формирование соответствующей команды на средствах записи/регистрации/анализа данных и взаимодействие считывателя с соответствующим радиочастотным датчиком.

Процесс записи/считывания данных продолжается в течение до 0,2 с. Содержащаяся на датчиках-метках информация автоматически в соответствии с протоколом обмена на заданной частоте (например, 13,56 МГц) поступает в средства регистрации/анализа данных, идентифицируется и загружается для последующего анализа в БД. Применяемые датчики-метки являются пассивными, в их составе отсутствует передатчик, и принцип их работы основан на резонировании колебательного контура, находящегося в электромагнитном поле [2]. Таким образом, попа-

*Буряк Юрий Иванович — канд. техн. наук, начальник подразделения ФГУП "ГосНИИАС".
Контактный телефон (499) 157-93-25.
E-mail: buryak@gosniias.ru*

Состав технического обеспечения технологий радиочастотной идентификации (RFID)



Рис. 6. Состав технического обеспечения радиочастотных технологий

дая в электромагнитное поле считывателя, инициируемого после соответствующей команды, радиочастотная метка поглощает часть энергии поля и несколько искажает его частоту в соответствии с записанной на метке информацией. Считыватель воспринимает искажение частоты, проводит необходимые преобразования и восстанавливает записанную на метке информацию.

Рабочая частота меток находится в диапазоне, разрешенном международными стандартами для промышленного применения; генерируемое считывателем электромагнитное поле в пространство не излучается, а его мощность (<2 Вт) является достаточной только для работы соответствующей метки.

Заключение

Организация непрерывного мониторинга эксплуатационно-технических характеристик КВС при перемещении от производителей и поставщиков к ремонтным предприятиям и эксплуатантам на базе создания автоматизированной информационной системы, обеспечивающей полный цикл обработки данных о текущем состоянии КВС, следует рассматривать в качестве ключевого условия обеспечения эффективной и безопасной эксплуатации ВС. Использование современных инструментальных средств, поддерживающих сбор и обработку машиночитаемой информации, существенно сокращает сроки ее получения и повышает уровень достоверности, что является одной из важных составляющих степени обоснованности принимаемых решений.

Список литературы

1. Буряк Ю.И., Инсаров В.В. Управление в многообъектных организационных системах. II. Принципы реализации информационной поддержки управленческих решений // Изв. РАН. ТиСУ. 2006. № 2.
2. Шурьгина В. Новые возможности известной технологии // Электроника: Наука, Технология, Бизнес. 2006. №2.