

УДК 629.735.33

## ОПЫТ РАЗРАБОТКИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИНТЕГРАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКСПЛУАТАНТА АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

© 2012 И.В. Власов, П.В. Дударин, А.Д. Юсупов

ООО «Авиакомпания Волга-Днепр», г. Ульяновск

Поступила в редакцию 10.10.2012

На примере комплексного проекта по созданию автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий (АС ППАП) в авиакомпании «Волга-Днепр» рассматривается вопрос о выборе технологии и опыте разработке программного обеспечения для сбора и передачи данных из различных информационных систем авиакомпании, с целью создания единого информационного поля для обеспечения работы, создаваемой автоматизированной системы. Ключевые слова: Информационные технологии, ИТ, интеграция, программное обеспечение, SOA, веб-сервисы, авиационная техника, авиакомпания.

### ВВЕДЕНИЕ

Этап жизненного цикла авиационной техники – эксплуатация ВС авиакомпанией, в наши дни предполагает сбор, учет и обработку большого количества информации в различных специализированных информационных системах (ИС). Как правило, программное обеспечение этих систем содержит довольно узкую специализированную функциональность для решения определенных производственных задач конкретных структурных подразделений авиакомпании.

В рамках производственной и управленческой деятельности авиакомпании возникает ряд задач для решения, которых требуется аккумулировать имеющуюся накопленную статистику по эксплуатационной деятельности авиакомпании в единой информационной системе, с целью проведения обработки и анализа данных для вывода определенных показателей деятельности организации.

Одной из такого рода задач авиакомпании-эксплуатанта АТ является мониторинг уровня безопасности полетов на основе оценки состояния трех составляющих: технического состояния парка ВС, качественная работа летного состава и технических бригад, условия искусственной и естественной среды для производственной деятельности (осуществления авиаперевозок) и принятие на основе

анализа имеющихся данных, необходимых управленческих решений, направленных на снижение уровня рисков безопасности полетов.

В том числе, при выборе оптимального управленческого решения по предотвращению авиационных происшествий возникает необходимость определять их влияние на изменение уровня безопасности полетов – прогнозировать вероятные авиационные события.

Для решения этой задачи авиакомпания «Волга-Днепр» совместно с Ульяновским Государственным университетом инициировала инновационный проект по разработке автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок (АСППАП).

При реализации данного проекта разработчики системы столкнулись с проблемой создания механизма интеграции задействованных в работе АС ППАП прикладных систем авиакомпании и сторонних организаций, с учетом требования универсальности создаваемой системы, и ее независимостью от других систем предприятия.

### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

Основными задачами при разработке автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий (АС ППАП) являются:

1) оперативный прогноз вероятности авиационного события в предстоящем полете с указанием факторов опасности (угроз) и их сочетаний и возможностью корректировки прогноза с

*Власов Иван Владимирович, руководитель проекта «Автоматизированная система прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий».*

*E-mail: Ivan.Vlasov@volga-dnepr.com*

*Дударин Павел Владимирович, ведущий специалист по программному обеспечению.*

*E-mail: Pavel.Dudarin@volga-dnepr.com*

*Юсупов Артур Джигангерович, руководитель группы разработки программного обеспечения.*

*E-mail: Arthur.Yusupov@volga-dnepr.com*

учетом предлагаемых вариантов управленческих решений;

2) долгосрочный прогноз периодов критической вероятности авиационного происшествия с указанием факторов опасности (угроз) и их сочетаний и возможностью корректировки прогноза с учетом принимаемых вариантов управленческих решений;

3) количественная оценка рисков для безопасности полетов в стоимостной и натуральной форме на основе анализа информации об эксплуатационной деятельности авиакомпании;

4) мониторинг принятых в авиакомпании показателей уровня безопасности полетов и предотвращения авиационных происшествий (ПАП) с обеспечением автоматизированной процедуры расчета текущих и директивных уровней.

5) формирование проектов управленческих решений по БП и ПАП, с оценкой их эффективности и создания информационной системы их учета и контроля.

Основой для решения основных задач является разработанная вероятностно-статистическая модель причинно-следственной связи развития 12-ти типов авиационных событий (АС). Каждое конечное авиационное событие развивается по цепочке событий по так называемому «дереву» развития АС, начиная с исходных базовых событий. Вероятность базовых событий свою очередь зависит от нескольких факторов опасности или исходных данных, которые фиксируются в рамках производственной деятельности авиакомпании в разнородных информационных системах.

Для выполнения одномоментного расчета по предлагаемой модели АС ППАП понадобилось решить задачу создания единого информационного пространства через разработку программного обеспечения модуля сбора и передачи данных, который обеспечивает интеграцию прикладных систем авиакомпании и сторонних организаций.

Для выдерживания основных требований к работе АС ППАП, зафиксированных в техническом задании, потребовалось решить следующие задачи:

1) Обеспечить наличие в базах данных (БД) авиакомпании, и поддержание в актуальном состоянии данных, необходимых для оценок рисков по факторам «Человек», «Машина», «Среда».

2) Разработать механизмы формирования данных в соответствии с требованиями к АС ППАП.

3) Разработать механизмы передачи данных в АС ППАП.

## ПОДСИСТЕМА СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ АС ППАП

Разработанная подсистема «Автоматизированной системы прогнозирования и предотвращения авиационных происшествий при организации и производстве воздушных перевозок» (далее по тексту – *подсистема АС ППАП*) предназначена для целевого применения в авиакомпании (АК) «Волга-Днепр» для сбора, конвертации и передачи в АС ППАП исходных данных, необходимых для оценки рисков по факторам «Человек», «Машина», «Среда».

Цель разработки данного программного обеспечения (ПО) - автоматизация подготовки данных, создаваемых в производственных процессах авиакомпании «Волга-Днепр», для использования в АС ППАП через универсальные механизмы и форматы обмена данными (общие для авиакомпаний с различными информационными системами).

Объектом автоматизации в данном случае выступил процесс подготовки исходных данных и их передачи, который включает в себя следующие прикладные системы предприятия:

- База данных аэродромов с указанием координат и существующих взлетно-посадочных полос: БД «Operations/Аэродромы»;

- База данных полетных заданий с выполненными перелетами и списками экипажей: БД «Operations/Полетные задания»;

- База данных планируемых перелетов и списками экипажей (график движения ВС): БД «Operations/Расписание»;

- Статистическая база данных по отказам систем авиационной техники: БД «Надёжность» (ГосНИИГА, MS Access 2007);

- База данных по учету ресурсов ВС, двигателей и агрегатов: модуль ИС «ИКАР»;

- База данных с информацией о ремонте и уровне технического обслуживания ВС: БД «Бюллетени»;

- База данных полетной информации о техническом состоянии систем ВС, фиксируемой параметрическим бортовым самописцем;

- База данных полетной информации о качестве техники пилотирования, фиксируемой параметрическим бортовым самописцем;

- База данных по отклонениям при обработке речевой информации, фиксирующая переговоры экипажа в кабине ВС;

- База данных учета данных по персоналу авиакомпании: БД «Персонал»;

- База данных учета летного персонала: БД «FPersonal»;

- База данных учета медицинских показателей летного персонала: БД «MedInfo»;

- База данных психофизиологических показателей летного состава: БД «Психофизиология»;
- База данных показателей тренажерной подготовки: БД «Тренажер»;
- Статистическая база данных авиационных событий и предвестников, произошедших в авиакомпании.

Подсистема АС ППАП представляет собой комплекс модулей, алгоритмов и процедур, обеспечивающих:

- 1) формирование выходных данных в форматах XML-документов, описанных в технической документации к АС ППАП;
- 2) передачу сформированных XML-документов в АС ППАП через единый согласованный механизм обмена данными.

Структура XML-документа состоит из общей части (тип документа, дата, действие, автор) и части передаваемой сущности, в соответствии с типом документа (рис.1).

Программное обеспечение состоит из серверной части, работающей на платформе СУБД Oracle 10G:

- Процедуры активации по событиям (триггеры);
- Процедуры активации по расписанию (jobs);
- Очередь сообщений;
- Процедуры для работы с очередью сообщений;
- Процедуры для работы с веб-сервисом;
- Процедура передачи данных из очереди веб-сервису;
- Процедуры первоначальной загрузки данных;
- Процедуры формирования данных; модуля ручной загрузки данных,

и отдельных специализированных модулей для различных систем сторонних разработчиков, используемых в авиакомпании:

- Интерфейс формирования данных из базы данных ИС «Надёжность»;
- Модуль передачи данных из базы данных ИС «Монстр».

Для реализации программного обеспечения были использованы языки программирования:

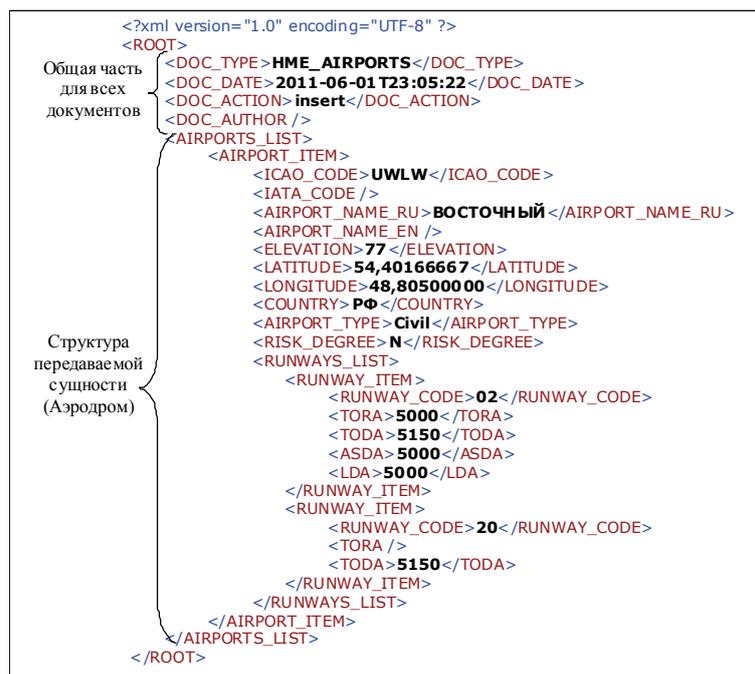
- PL/SQL;
- Object Pascal (В редакции для Borland Delphi 7);
- VBA (MS Access 2007).

Среда разработки Borland Delphi 7.0 с обновлениями SOAP протокола, PL/SQL Developer v.7.1.5 (Allaround Automations), СУБД Oracle 10G редакции не ниже Standard.

### МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ МЕЖПРОГРАММНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Передача данных из баз данных авиакомпании в АС ППАП активируется автоматически сервером баз данных по событию (триггером), по расписанию (планировщиком заданий СУБД) или явным действием пользователя в интерфейсе ручной передачи данных.

При этом, в случае автоматической активации данные выбираются из баз данных авиакомпании процедурой формирования данных и преобразуются в текст в формате XML. Далее через асинхронный механизм передачи сообщений (единую очередь сообщений) передаётся на вход процедуры передачи данных из очереди веб-сервису (рис. 2).



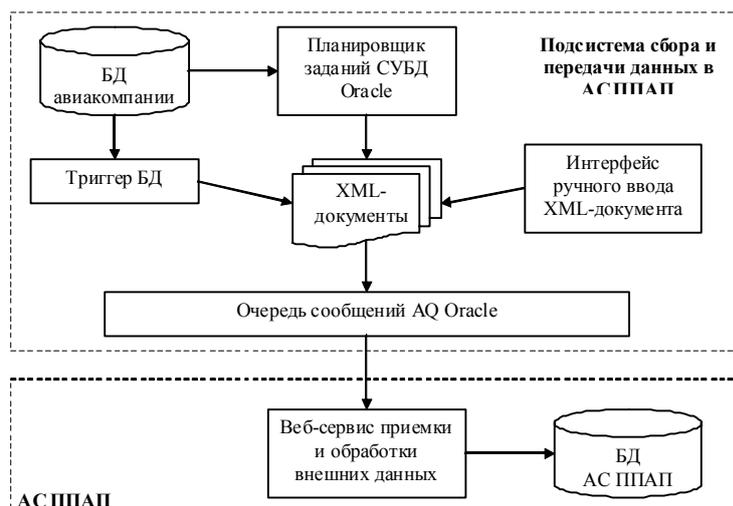


Рис. 2. Схема интеграции АС ППАП с базой данных авиакомпании

При невозможности передать данные веб-сервису из-за его недоступности, процедура передачи данных ожидает в течение заданного в настройках интервала времени и пытается отправить накопившиеся сообщения повторно. При отказе сервиса принять сообщение данные могут быть высланы на e-mail или переданы в очередь ошибочных сообщений с регистрацией информации о событии в журнале ошибок.

В случае ручной активации предполагается, что пересылаемый документ подготовлен вне Подсистемы АС ППАП и передан Подсистеме АС ППАП через интерфейс ручной передачи данных путём выбора файла, содержащего текст XML-документа или путём вставки текста в интерфейс ручной передачи данных через буфер обмена Windows. В данном случае не задействована СУБД Oracle и результат взаимодействия с веб-сервисом АС ППАП контролируется пользователем визуально.

Механизм ручной активации может применяться как для контроля работоспособности веб-сервиса, так и для однократной первоначальной загрузки данных, либо для загрузки данных, отсутствующих на текущий момент в базах данных информационных систем авиакомпании.

Для взаимодействия процедур с очередью сообщений и с веб-сервисом реализованы пакеты процедур, являющиеся неотъемлемой частью Подсистемы АС ППАП (рис. 3).

### ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕГРАЦИИ ИС

Предыдущий опыт интеграции программного обеспечения в авиакомпании «Волга-Днепр», как правило, был нацелен на решение задачи типа взаимодействия информационных систем «Point-to-Point» – обмен данными между двумя отдельно взятыми приложениями. В процессе эволюции разработки собственного приклад-

ного программного обеспечения (ПО) и появления возрастающей потребности более тесной интеграции и программным обеспечением сторонних разработчиков в авиакомпании были использованы различные механизмы интеграции, основанные на разных технологиях.

К моменту реализации проекта АС ППАП опыт использования технологий для построения межпрограммных связей для обмена между системами в авиакомпании можно представить 3 типа взаимодействия:

1) Непосредственная связь с базами данных через различные механизмы (DBLink, ODBC, DOA, ActiveX, COM, Oracle AQ) механизмы;

Данному типу взаимодействия между программным обеспечением можно присвоить следующие характеристики:

- высокая скорость обмена данными;
- отсутствие необходимости программировать адаптеры для обмена данными;
- сомнительные перспективы масштабируемости;
- сложная архитектура и тесная увязка программного обеспечения и «железа».

2) Обмен файлами через файловую систему, локальные сети, ftp и http серверы, база данных XML DB;

Для этого типа характерны следующие черты:

- легкость реализации, многие системы поддерживают выгрузки, в том или ином формате;
- асинхронная передача, при этом отсутствие гарантии доставки файла;
- необходимость программирования адаптеров к разным форматам файлов;
- полное отсутствие стандартов по структуре файлов обмена данными.

3) Веб-сервисы, построенные на поставляемой с СУБД Oracle веб-платформе (Apache DSO);

К положительным моментам использования

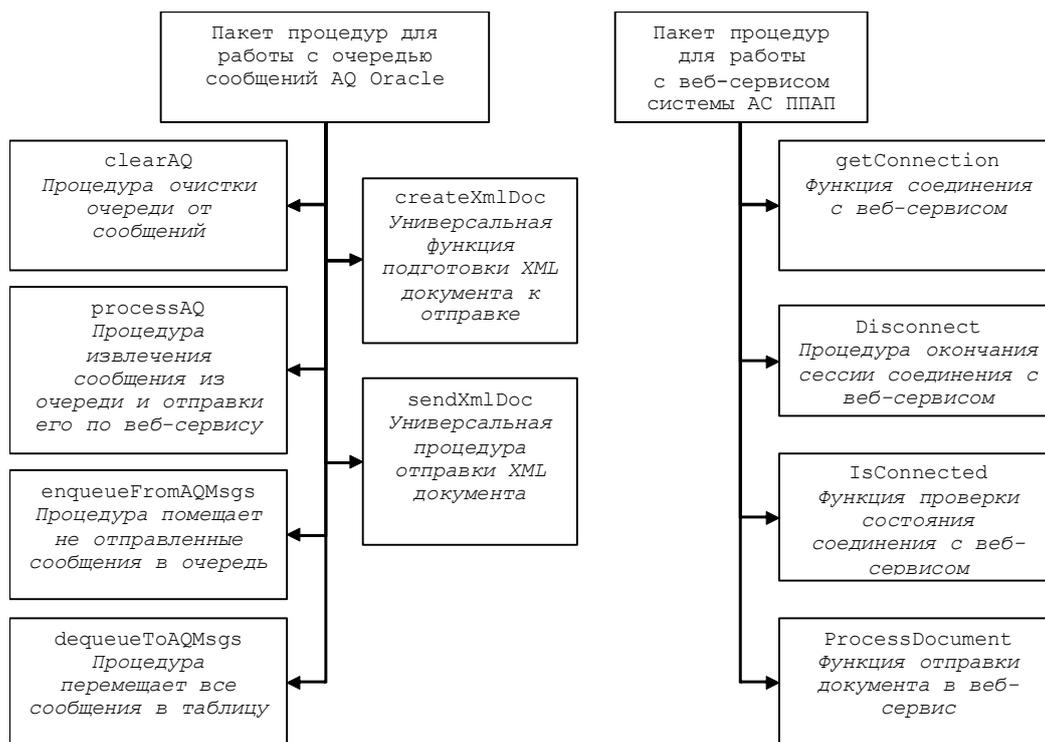


Рис. 3. Схема инструментов для работы с очередью и веб-сервисом

механизма веб-сервисов, стоит отнести:

- информация о доставке, которая обеспечивает как синхронное, так и асинхронное взаимодействие между программным обеспечением;
- наличие стандартов по передаче данных и описанию веб-сервисов (WSDL);

Слабым звеном в определенной степени на данный момент является отсутствие у некоторых коммерческих систем поддержки такого способ передачи информации.

Обобщив, полученные на основании имеющегося опыта интеграции, характеристики разработчиками АС ППАП был проведен анализ различных механизмов построения межпрограммных связей по следующим критериям и существующим условиям:

- наличие как синхронных, так и асинхронных механизмов;
- гетерогенная среда;
- возможность загрузки данных, как в автоматическом, так и в ручном режиме;
- легкость формирования и проверки передаваемых данных;
- наличие механизмов разбора/извлечения данных;
- универсальность;
- низкая зависимость от устаревающих технологий.

Наиболее оптимальным для решения задачи создания единого информационного поля АС ППАП был выбран подход с использованием веб-сервисов и обмен данными в формате XML-документов.

Формат XML-документов, в том числе обладает рядом преимуществ:

- легкость преобразования между форматами XML (XSLT);
- простота формирования;
- структурированность, и как следствие, простота разбора;
- фактический стандарт для обмена данными;
- поддерживается большинством современных платформ.

Стоит отметить, как уже было указано выше в описании метода, что программное обеспечение для интеграции АС ППАП и прикладных систем предприятия основано на совмещении двух механизмов: очереди сообщений и веб-сервиса.

### ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ АРХИТЕКТУРЫ В АВИАКОМПАНИИ

Основой сервис-ориентированной архитектуры SOA (service oriented architecture) являются сервисы. Сервис – это программа, которая умеет выполнять какое-то действие по внешнему запросу и при необходимости может возвращать результат, для разработки подходит абсолютно любой язык программирования, умеющий работать с TCP/IP протоколом. Для взаимодействия с сервисом внешних программ, существует стандартный протокол SOAP (Simple Object Access Protocol, простой протокол доступа к объектам), который основан на HTTP запросах.

Стоит отметить, что протокол SOAP базируется на двух открытых стандартах XML и HTTP. Эти стандарты независимы от платформы, что обеспечивает работу сервисов на любых платформах при наличии поддержки протокола TCP/IP. А TCP/IP протокол присутствует практически во всех современных устройствах и операционных системах, что расширяет границы архитектуры SOA.

При разработке программного обеспечения авиакомпании на данном этапе закладываются возможности работы с сервис-ориентированной архитектурой, инкапсулируя внутреннюю логику работы отдельных функций создаваемых приложений в сервисы. Важный аспект – постепенный переход от монолитных приложений к сервисам, обеспечивающим большую гибкость при разработке программного обеспечения и интеграции информационных систем.

Данный подход использования веб-сервисов и создаваемой архитектуры SOA полностью совпадает с процессным подходом при управлении организацией, внедренный в авиакомпанию.

Архитектура, построенная на выбранных принципах позволяет легко контролировать межпрограммное взаимодействие и обеспечивать требуемый для системы уровень надёжности. Опыт, полученный специалистами авиакомпании в ходе интеграции АС ППАП с прикладными системами, в сочетании с внедрением процессного подхода в управлении организации, создает плодотворную почву по дальнейшему развитию сервис-ориентированного подхода в авиакомпании,

создания соответствующей ему архитектуры взаимодействия информационных систем (SOA), и в том числе, предпосылки по внедрению системы управления бизнес-процессами предприятия (BPMS) на базе этой платформы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

С каждым годом конкуренция на рынке производителей ПО для авиа отрасли возрастает и разработчикам программного обеспечения авиакомпании придется решать все больше задач интеграции, при этом средства интеграции должны обладать свойствами универсальности, для их использования в любой другой системе и надежности (на примере реализации АС ППАП: направление - безопасность полетов существенно зависит от точности и достоверности данных). Сервисно-ориентированный подход, в достаточной мере удовлетворяет этим требованиям и может быть использован в реализации перспективных проектах авиакомпании, таких как внедрение системы управления бизнес-процессами и создание интеграционной шины (ESB) предприятия.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Muench S.* Building Oracle XML Applications. Sebastopol: O'Reilly, 2000. 810 p.
2. *Ray E.T.* Learning XML. Sebastopol: O'Reilly, 2001. 368 p.
3. *Marchal B.* XML by Example. Indianapolis: Que, 2001. 512 p.
4. *Cerami E.* Web Services Essentials. Sebastopol: O'Reilly, 2002. 304 p.

## EXPERIENCE IN SOFTWARE DEVELOPMENT FOR THE INTEGRATION OF INFORMATION SYSTEMS IN THE PRODUCTION OF THE AIRCRAFT OPERATOR

© 2012 I.V. Vlasov, P.V. Dudarin, A.J. Yusupov

Volga-Dnepr Airlines, Ulyanovsk

On the example of a comprehensive project to create an automated system for forecasting and preventing accidents (ASPPAP) in the airline "Volga-Dnepr" consider the selection of technology and experience developing software for the collection and transmission of data from various information systems airlines, in order to create a single information field to ensure the work of the automated system.

Keywords: Information technology, IT, integration, software, SOA, web services, XML, aircraft, airline.

*Ivan Vlasov, Project Manager of « The Automated System of Aviation Accidents Forecasting and Prevention at the Organization and Performance of Flights».*

*E-mail: Ivan.Vlasov@volga-dnepr.com*

*Pavel Dudarin, Senior IT-Developer.*

*E-mail: Pavel.Dudarin@volga-dnepr.com*

*Arthur Yusupov, Head of Software Development Group.*

*E-mail: Arthur.Yusupov@volga-dnepr.com*