

УДК 629.735.015:681.3

ПРОБЛЕМЫ, РЕШЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ РЕАЛИЗАЦИИ ИАС МЛГ ВС

И.Г. Кирпичев Г.Е. Глухов А.К. Благоразумов

Излагается процесс технической реализации информационно-аналитической системы мониторинга летной годности.

Введение

С 2002 года в ГосНИИ ГА разрабатывается и эксплуатируется информационно-аналитическая система мониторинга летной годности воздушных судов (ИАС МЛГ ВС). Ее основное назначение - информационное обеспечение процессов технической эксплуатации авиационной техники (ТЭ АТ) и послепродажного обслуживания.

ТЭ АТ - это сложный процесс, бесперебойная работа которого влияет на безопасность полетов. Неотъемлемой частью процесса является информационное взаимодействие между всеми его участниками, эксплуатирующими у себя различные информационно-управляющие системы. Для эффективного и оперативного информационного обеспечения участников процесса ТЭ АТ необходимо создание единого информационного пространства (ЕИП) сопровождения эксплуатации авиационной техники (см. рис.1).



Рис. 1. ЕИП ТЭАТ

Созданный в ГосНИИ ГА Информационно-аналитический центр (ИАЦ ГосНИИ ГА) выступил в роли технического оператора ЕИП. Это потребовало создание программно-аппаратного комплекса для обработки и предоставления актуальной и достоверной информации всем участникам ЕИП.

На начальном этапе разработки ИАС МЛГ ВС задачи мониторинга и оценки аутентичности ВС решались на 20 компьютерах (Pentium Celeron III с 256МБ ОЗУ). В качестве сервера баз данных и файлового сервера использовались персональные компьютеры схожей конфигурации. Локальная вычислительная сеть (ЛВС) была реализована на неуправляемых коммутаторах (100Мб/с).

Администрирование сети производилось сторонними специалистами, а доступ в Интернет осуществлялся через посредников. Это накладывало существенные ограничения:

- Подключение новых сотрудников осложнялось отсутствием свободных портов на коммутаторах и кабельных каналов;
- Подключение пользователей к почтовому серверу затягивалось на недели, а использование альтернативных почтовых серверов было ограничено из-за блокировки почтовых протоколов;
- Финансовый отдел не мог работать с системой Банк-клиент, основанной на отличном от HTTP протоколе, не пропускаемом прокси-сервером;
- Передача архивов с фотографиями паспортов авиационной техники, дистрибутивами ПО, не удавалась из-за подвисания распаковывающего их антивируса.
- Обусловленные сетевой архитектурой ограничения не позволяли организовать входящие и исходящие VPN-подключения для обмена данными со сторонними организациями.

Для создания отраслевой информационной системы такое состояние аппаратного комплекса и сетевой инфраструктуры было недопустимым. Решение задач мониторинга более 2500 воздушных судов и более 2-х миллионов компонент ВС требовало надежного высокопроизводительного оборудования и развитых средств коммуникации. Поэтому, в 2007 году встал вопрос о модернизации, а, по сути, создании новой ЛВС.

Инфраструктура аппаратного обеспечения ИАС МЛГ ВС.

В рамках работ по созданию новой ЛВС была построена структурированная кабельная система (СКС), оборудовано серверное помещение центра обработки данных (ЦОД), установлены и настроены серверы и активное сетевое оборудование.

СКС строилась с использованием продукции ведущих производителей кабелей и сетевой фурнитуры (Panduit, Legrand). В коридорах кабели укладывались в каналы под подвесными потолками, в комнатах – в легкоразборные короба. Этажи соединялись между собой волоконно-оптическими кабелями. Все сегменты кабелей, включая оптические линии, были протестированы на величину затухания специализированными кабельными тестерами. На СКС был получен сертификат соответствия и гарантия от фирмы Panduit сроком на 25 лет. Для упрощения создания новых и перемещения существующих рабочих мест, требующих добавления новых коммутаторов, все кабели в серверном помещении выведены на патч-панели.

Для повышения надежности энергоснабжения серверного помещения к нему был проведен силовой кабель напрямую от ввода в здание. Все стойки с оборудованием запитаны от источника бесперебойного питания (ИБП), имеющем несколько аккумуляторных батарей. ИБП способен питать оборудование более часа даже при выходе из строя части батарей.

Электробезопасность и защита от помех обеспечена покрытием стен серверного помещения металлической сеткой, соединенной с контуром заземления, к которому подключены все стой-

ки и шкафы. Контур, в свою очередь, соединен с надежной конструкцией заземления. Система заземления прошла испытания и была сертифицирована.

Стойки с оборудованием охлаждаются продублированными кондиционерами, способными работать в широком диапазоне уличной температуры, благодаря подогреву каналов вывода конденсата. Показания датчиков температуры доступны для дистанционного контроля по ЛВС.

Центры обработки данных классифицируются по уровням надежности в соответствии со специальным стандартом ТИА-942 от 2005 года. Он досконально описывает набор параметров, характеризующих не только резервирование оборудования и время допустимых простоев, но и такие ориентированные на перспективу расширения показатели, как запасы прочности фальшполов и удельного энергопотребление на единицу объема. В стандарте дается определение 4-м классам надежности – чем выше класс, тем выше надежность. Высший, 4-й класс, подразумевает, что ЦОД устойчив ко всему, кроме целенаправленной военной атаки.

Согласно стандарту ЦОД ИАЦ ГосНИИ ГА удовлетворяет требованиям 2-го класса надежности, что является неплохим показателем для гражданского объекта.

Реализация ЛВС ИАЦ ГосНИИ ГА

Выбирая активное сетевое оборудование, было решено обеспечить максимальную совместимость, используя технику от единого производителя. Выбор остановился на лидере отрасли – компании Cisco Systems.

Обслуживание 400 авиапредприятий Информационно-аналитическим центром ГосНИИ ГА предъявляет повышенные требования к качеству телефонной связи и ее функциональности. Было решено заменить все подключенные к местной АТС аналоговые телефонные аппараты на IP-телефоны, реализовав на оборудовании Cisco Systems новую цифровую станцию IP-телефонии и подключить ее к городской телефонной сети 30-ти канальной телефонной линией с единым телефонным номером. Телефонная станция с интеграцией сервисов (см. рис.2) предоставляет следующие возможности:

- Голосовое меню входящих звонков, позволяющее соединиться с любым сотрудником без помощи секретаря;
- Соединение с требуемым отделом путем группового обзвона всех телефонов отдела;
- Переадресацию разговора на любой внутренний или городской номер;
- Переадресацию вызова на заданный номер при отсутствии сотрудника на месте;
- Соединение с третьим абонентом и организацию конференции;
- Ответ на входящий звонок во время разговора с другим абонентом;
- Автоматический перевод вызова на мобильный телефон сотрудника, находящегося вдали от своего стационарного телефона, с возможностью перевода разговора обратно на стационарный телефон без разрыва связи;
- Просмотр на экране телефона списка пропущенных, входящих и исходящих звонков с указанием даты, времени и номера абонента;
- Возможность использования программного IP-телефона на любом компьютере, подключенном к ЛВС через защищенное VPN-соединение. Другими словами, сотрудник может звонить и принимать звонки на свой внутренний номер, находясь в командировке. При этом ему доступна вся вышеописанная функциональность;
- Возможность управления переадресаций своего рабочего номера из любого места через защищенное VPN-соединение;
- Телефоны руководителя и секретаря отображают занятость телефонных линий всех сотрудников и обеспечивают их вызов или перевод на них звонка нажатием одной кнопки.

Благодаря возможности телефонной станции передавать статистику звонков по стандартным сетевым протоколам, в ИАЦ ГосНИИ ГА было внедрено программное обеспечение собст-

венной разработки, предоставляющее дополнительные удобства для мобильных пользователей, в частности просмотр с коммуникатора или мобильного телефона списка вызовов, пришедших на внутренний рабочий номер.

При установке станции IP-телефонии в ИАЦ была решена непростая задача интеграции с существующей аналоговой внутренней телефонной сетью ГосНИИ ГА. В результате удалось обеспечить прием звонков по старым внутренним и городским номерам, а также дозвон до внутренних абонентов ГосНИИ ГА по прежнему плану нумерации.

Спустя год после перехода ИАЦ на IP-телефонию, старая АТС в здании ГосНИИ ГА была также заменена сервером IP-телефонии. Благодаря возможностям гибкого конфигурирования оборудования Cisco, две телефонные станции были сопряжены прозрачно для пользователей – у абонентов обеих станций сохранились прежние номера и правила дозвона.

Для обеспечения бесперебойности телефонной связи ИАЦ ГосНИИ ГА имеет выход в город через двух разных телефонных операторов, подключенных волоконно-оптическими кабелями. Также, имеется возможность настроиться на третий канал, принадлежащий соседнему научному центру. Телефонные аппараты питаются по сигнальному кабелю от коммутатора (технология PoE), подключенному к главному источнику бесперебойного питания серверного помещения, что позволяет пользоваться связью, даже если все здание обесточено.

Для разграничения доступа и защиты сети от перегрузок в случае выхода из строя абонентского оборудования, ЛВС ИАЦ ГосНИИ ГА разделена на виртуальные локальные сети (VLAN). Эта технология позволяет объединять в логическую сеть устройства, отделенные друг от друга цепочкой маршрутизаторов. В ИАЦ ГосНИИ ГА компьютеры, телефоны и шлюзы сопряжения с соседними АТС находятся в различных VLAN.

Для безопасного удаленного доступа в ЛВС через общедоступные небезопасные сети сетевое оборудование ИАЦ ГосНИИ ГА способно создавать криптозащищенные туннели (VPN-соединения). В зависимости от специфики подключения клиента возможно создание 3-х типов туннелей, что позволяет работать через провайдеров, подключающих своих клиентов также через VPN, т.е. имеется поддержка VPN поверх VPN.

Отказоустойчивость ЛВС ИАЦ ГосНИИ ГА повышает применение конфигурируемых сетевых коммутаторов, работающих под управлением операционной системы Cisco IOS. В случае выхода из строя любого коммутатора, остальные можно программно перенастроить так, чтобы сохранить подключение всех основных клиентских устройств.

Особенности серверной архитектуры.

Высокие требования к надежности функционирования ИАС МЛГ ВС обусловили выбор лидера по производству серверов – компании IBM в качестве поставщика серверного оборудования. При проектировании ЛВС рассматривались две возможные архитектуры – независимые серверы и блэйд серверы, объединенные общим шасси и подключенные к общему дисковому хранилищу. Вторая архитектура имела тем больше преимуществ, чем больше задействовано серверов. Самым слабым местом в старой инфраструктуре был сервер баз данных. Она хоть и содержала миллионы записей, но общий объем файлов значительно меньше объема современных жестких дисков, поэтому в дисковом хранилище не было необходимости. К тому же, сервер управления базами данных не распараллеливается на несколько физических серверов. В результате, выбор был остановлен на трех независимых серверах.

Отказоустойчивость серверов обеспечивается дублированием блоков питания, сетевых адаптеров, а также применением контроллеров отказоустойчивых дисковых массивов (RAID).

Для повышения производительности операционная система, файлы баз данных и журналы транзакция баз данных разнесены по разным группам дисков с интерфейсом Serial Attached

SCSI (SAS). Файловое хранилище, напротив, находится на RAID-массиве с чередованием, что повышает скорость доступа к отдельным файлам (см. рис.2).

Серверы работают под управлением различных операционных систем, оптимальных для выполнения решаемых конкретным сервером задач. Следует отметить, что попытка создания отказоустойчивого кластера из пары серверов на операционной системе Windows Server 2003 на практике оказалась невыполнимой, поскольку большинство серверных служб допускали работу в отказоустойчивом кластере только будучи установленными на отдельно стоящие серверы. Другими словами, для создания кластера под Windows требуется несколько пар серверов, большинство из которых будут простаивать, так как в принципе не могут быть загружены дополнительными задачами.

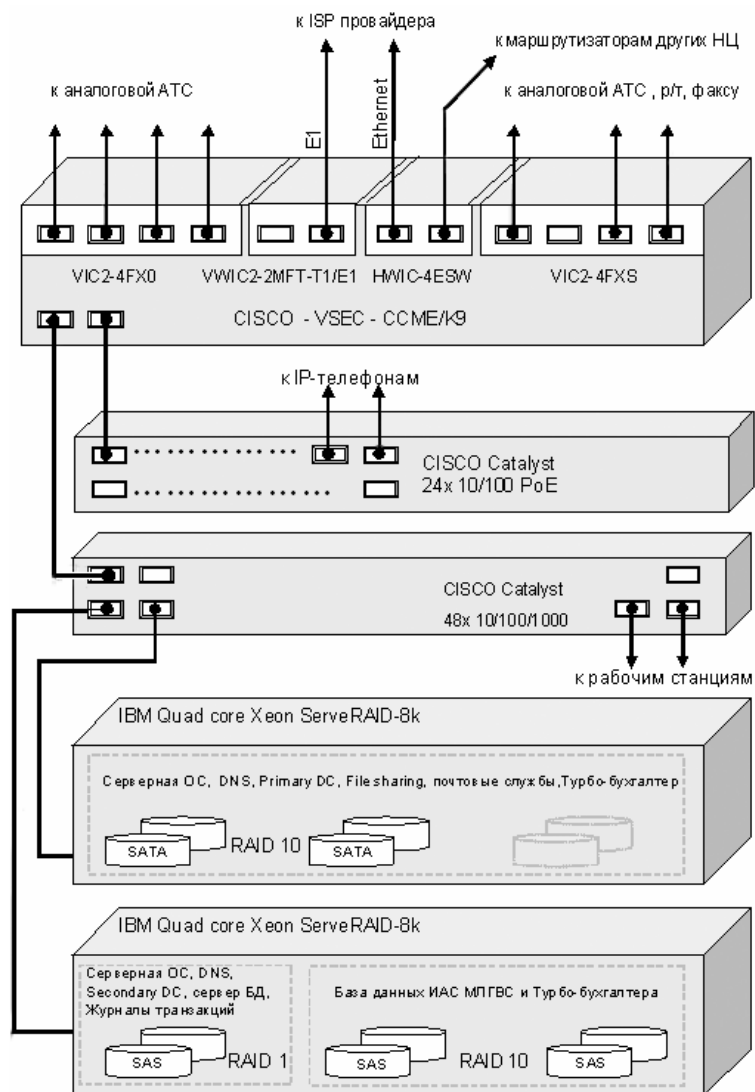


Рис. 2. Архитектура ядра ЛВС ИАЦ ГосНИИ ГА

Программные методы повышения надежности ИАС МЛГ ВС.

Надежность хранения данных в информационно-аналитической системы мониторинга летной годности ВС обеспечивается автоматизацией резервного копирования. Помимо использования отказоустойчивых дисковых массивов, критически важная информация копируется на соседние серверы, в том числе находящиеся в других частях здания. Организация резервного копирования оказалась нетривиальной задачей ввиду огромного количества файлов (в системе хранятся фотографии каждой страницы паспортов 2-х миллионов агрегатов). Только формирование списка подлежащих копированию файлов занимает несколько часов работы многоядерного сервера с SAS дисками.

Для решения задачи резервного копирования было испробовано несколько программных продуктов. Не все справились с таким количеством файлов и длиной их полного имени (включая путь к файлу). Кроме того, во избежание перегрузки серверов и сетевого оборудования в рабочее время, было составлено поминутное расписание копирования и индексирования файлов, а также запуска процедур переиндексаций и сжатия баз данных.

В ходе непрерывно совершенствования ИАС МЛГ ВС постоянно расширяется круг решаемых ею задач. Архитектура, базирующаяся на центральном сервере баз данных, стала дополняться новыми вспомогательными приложениями, требующими специализированных серверов. Был разработан ряд интернет-приложений:

- Сервис обмена файлами, позволяющий передавать большие объемы информации (фотодокументирование паспортов агрегатов), которые было невозможно оперативно передать другими способами;
- Архив Центральной нормативно-методической библиотеки гражданской авиации (ЦНМБ ГА), предоставляющей возможности удобного поиска и доступа к оперативно публикуемым организационно-распорядительным документам и актуализированным версиям эксплуатационно-технической документации;
- Внутренние системы планирования коллективной работы и ведения электронного документооборота.

В ходе перспективных разработок, ставящих целью перевод компонент ИАС МЛГ ВС на кросс-платформенные решения на базе программного обеспечения со свободным лицензированием, была опробована технология виртуальных серверов Sun VirtualBox. Она позволяет параллельно запускать несколько различных операционных систем на одном физическом сервере. Практика работы показала, что эта технология, несмотря на бесплатность программного обеспечения, вполне работоспособна даже на нагруженных серверах.

Виртуализация серверов открывает новые горизонты не только для разработчиков, которые могут моментально возвращать всю систему к ранее сохраненным состояниям, но и для конечных пользователей информационно-аналитической системы, которые смогут за считанные минуты переносить развернутую систему на новые серверы, невзирая на их архитектурные отличия. Кроме того, пользователи получают возможность получать от разработчика уже развернутую и настроенную систему, не требующую квалифицированной настройке на месте.

Заключение

Как результат создания новой ЛВС в ИАЦ ГосНИИ ГА отлажена информационная инфраструктура, отличающаяся высокой надежностью и повышенной отказоустойчивостью и достаточной масштабируемостью. Она позволяет успешно решать задачи информационного сопровождения 400 предприятий гражданской авиации и авиационной промышленности, занимающихся технической эксплуатации авиационной техники и ее послепродажным обслуживанием.

ЛИТЕРАТУРА

1. **И.Г. Кирпичев, А.А. Кулешов, В.С. Шапкин.** Основы построения и функциональности развития информационно-аналитической системы мониторинга жизненного цикла компонентов воздушных судов. М.: ГосНИИ ГА, 2008.
2. **Karl E. Wiegers** Software Requirements Second Edition, 2003
3. Центр обработки данных. Экскурсия в картинках М.Букин.
http://www.3dnews.ru/editorial/data_center, 2009.
4. Дополнительные материалы. <http://ru.wikipedia.org/>

Kirpichev I.G. Glukhov G.E. Blagorazumov A.K.

This article covers the issues of the implementation of The Information Analysis System for Aircraft Airworthiness Monitoring.

Сведения об авторах

Кирпичев Игорь Геннадьевич, 1960 г.р., окончил МИИГА (1986), доктор технических наук, Заместитель генерального директора- директор Информационно-аналитического центра ГосНИИ ГА, эксперт Федеральной службы по надзору в сфере транспорта Минтранса России, эксперт Межгосударственного авиационного комитета, автор 3 монографий и более 30 научных работ, область научных интересов – информационные системы, послепродажное сопровождение технической эксплуатации авиационной техники.

Глухов Геннадий Евгеньевич, 1977 г.р., окончил МГТУ ГА (2005), начальник отдела Информационно-аналитического центра ГосНИИ ГА, эксперт СДС ОГА, область научных интересов – информационные системы, организация технической эксплуатации воздушных судов.

Благоразумов Андрей Кириллович, 1970 г.р, окончил МАИ (1992), начальник группы Информационно-аналитического центра ГосНИИ ГА, область научных интересов – информационные системы.