

А.П. Войченко

Практические аспекты построения отказоустойчивых распределенных систем на базе конвергентных технологий

Предложенный подход построения отказоустойчивых распределенных систем позволяет реализовать эти системы на базе конвергенции сервис-ориентированной архитектуры и облачной инфраструктуры.

The suggested approach allows the implementing of fault-tolerant systems based on the convergence of a service-oriented architecture and a cloud computing infrastructure.

Запропонований підхід побудови відмовостійких розподілених систем дозволяє реалізувати ці системи на базі конвергенції сервіс-орієнтованої архітектури та інфраструктури хмар.

Введение. Возрастающая актуальность проблемы обеспечения непрерывного функционирования информационных систем (ИС) и поддержки необходимого уровня качества предоставляемых услуг требует существенной трансформации традиционных подходов к управлению сетевыми ресурсами и инфраструктурой. Построение ИС на основе конвергентной инфраструктуры позволяет максимально эффективно использовать имеющееся в наличии оборудование путем оптимизации управления ресурсами в зависимости от решаемых в конкретный момент задач, а также динамически привлекать сторонние ресурсы.

Последние годы характеризуются широким внедрением ИС в большинстве областей человеческой деятельности. Как следствие, возрастает необходимость обеспечения непрерывного функционирования ИС и поддержки необходимого уровня качества предоставляемых ими услуг. Комплекс соответствующих мер часто называется «управлением непрерывностью».

Традиционно задача обеспечения непрерывного функционирования ИС решается путем сбалансированного использования отказоустойчивых систем с возможностями восстановления. Успешная реализация управления непрерывностью может быть осуществлена только при условии четкого формулирования основных задач и поэтапной реализации основных подходов для их решения.

Регулярное техническое обслуживание подсистем восстановления играет существенную роль для обеспечения функционирования ИС в целом. Однако необходимо учитывать всю совокупность

факторов, влияющих на работоспособность конкретной ИС. Например, энергосистемы во многих случаях испытывают сбои, что служит источником перепадов в подаче электропитания. Длительное нарушение энергоснабжения базового технического узла ИС может привести к потере значительных временных и информационных ресурсов. Аналогично и еще более разрушительно на работоспособность ИС может повлиять частичный или полный выход из строя некоторых критически важных компонентов аппаратной части. Как правило, такого рода проблемы с трудом поддаются прогнозированию.

Постановка задачи

Существует несколько базовых подходов к обеспечению непрерывного функционирования ИС. Однако в рамках этих устоявшихся подходов, как правило, отсутствуют решения, позволяющие использовать классы новых технологий, например «облачные» технологии.

Таким образом, актуален поиск решений, которые бы позволили совместить технологические инновации с устоявшимися практиками обеспечения непрерывного функционирования ИС. Создание технологий на основе конвергенции инновационных и традиционных подходов позволило бы перевести функционирование ИС на качественно новый уровень и обеспечить повышение их надежности и отказоустойчивости при минимизации требований к соответствующей инфраструктурной базе.

Решение

Применение структурного подхода, основанного на использовании различных типов структуры ИС, как правило, иерархической, к орга-

низации работы ИС позволяет в некоторой степени демпфировать проблемы. Управление функционированием ИС осуществляется по структурным элементам и подсистемам, а их взаимодействие – через внутренние взаимосвязи или элементы более высокого уровня.

Использование основных технологий поддержки непрерывной работы ИС в рамках структурного подхода необходимо как для поддержки инфраструктуры ИС, так и формирования ситуации, когда процедуры и мероприятия, необходимые для поддержки функционирования компонентов ИС, введены в действие и соблюдаются. Необходимым условием для сохранения действенности плана обеспечения непрерывной работы ИС является их регулярный пересмотр, а также контроль их выполнения персоналом.

Следует отметить, что такой подход *имеет ряд серьезных недостатков* с учетом организации непрерывного функционирования ИС:

- технологии поддержки функционирования ИС разбиваются на отдельные, зачастую несвязанные между собой фрагменты, реализующиеся независимо друг от друга;

- отсутствует целостное описание технологий поддержки функционирования ИС. В лучшем случае существует лишь фрагментарная «документированность» технологий на уровне структурных элементов;

- в структуре поддержки функционирования ИС отсутствует ответственный за конечный результат, а также контроль над технологией в целом. Такая структура не ориентирована на глобальный результат.

Процессный подход к обеспечению непрерывного функционирования ИС принципиально отличается от структурного. Он ориентирован, в первую очередь, не на структуру ИС, а на процессы, конечной целью выполнения которых является использование данной ИС.

Под процессом следует понимать совокупность различных видов деятельности, результаты которых имеют практическую ценность, а их достижение – смысл функционирования ИС.

Использование данного подхода означает смещение приоритетов с поддержки функционирования отдельных компонентов ИС на обес-

печение непрерывного выполнения совокупности процессов, для реализации которых данная ИС создана.

Наиболее полное и многостороннее описание процессного подхода представлено в библиотеке *ITIL*.

ITIL – библиотека, описывающая лучшие из применяемых на практике способов организации работы подразделений или компаний, занимающихся предоставлением услуг в области ИТ. В семи томах библиотеки описан весь набор процессов, необходимых для обеспечения постоянного высокого качества ИТ-сервисов и повышения степени удовлетворенности пользователей. Эти процессы нацелены не просто на обеспечение бесперебойной работы компонент ИТ-инфраструктуры, а в большей степени – на выполнение требований пользователя и заказчика.

ITSM (IT Service Management, управление услугами ИТ) – подмножество библиотеки *ITIL*, описывающее процессный подход к предоставлению информационных технологий и обеспечению их использования. Данная часть *ITIL* получила наибольшую известность в силу того, что предоставление и поддержка ИТ-услуг – первичная задача ИТ-отделов и специализированных ИТ-компаний, которые зачастую сталкиваются с недостаточной зрелостью таких процессов, необходимостью измерять и контролировать качество услуг.

Сегодня *ITIL* содержит описание более десятка процессов управления ИТ, один из которых – управление непрерывностью ИТ-услуг (*IT Service Continuity Management (ITSCM)*).

В отличие от более традиционного технологического подхода, *ITSM* рекомендует сосредоточиться на результатах выполнения процессов и на услугах, предоставляемых пользователю информационными технологиями, а не на самих технологиях.

Управление непрерывностью зависит от успешного, хорошо продуманного плана обеспечения работы, регулярно подвергающегося пересмотрам и корректировкам в зависимости от изменяющихся условий функционирования ИС. План обеспечения непрерывной работы, как

бы хорошо он ни был продуман и испытан, не дает гарантии непрерывного обслуживания.

Цель процесса *ITSCM* – управление непрерывностью предоставления услуг, поддержание общего процесса управления непрерывностью, обеспечение восстановления работоспособности необходимого оборудования и служб ИТ (включая компьютерные системы, сети, приложения, телекоммуникации, техническую поддержку и службу поддержки) в заранее согласованные и утвержденные сроки.

Рассмотрим структуру *ITSCM* подробнее:

Входы:

- Стратегия;
- Компоненты;
- Угрозы и зависимости;
- Уязвимости.

Выходы:

- Анализ рисков;
- Управление рисками;
- Способ восстановления услуги;
- План восстановления сервиса (*ITSC*).

Метрики:

- Число услуг, не охватываемых планом *ITSC* (услуги);
- Задержка с подготовкой, обновлением плана *ITSC* (дни);
- Запаздывание готовности резервных мощностей (время).

Для осуществления управления непрерывностью необходимо наличие достаточных резервных (дублирующих) мощностей. Под резервными мощностями в общем случае следует понимать элементы инфраструктуры ИС – аппаратные ресурсы, такие как вычислительные мощности, дисковые массивы для хранения данных, в том числе их резервных копий, сетевые ресурсы, зеркала сайтов и т.д.

Обеспечение наличия достаточного количества резервных мощностей сопряжено с существенными материальными вложениями, что в свою очередь приводит к общему удорожанию поддержки ИС и, как следствие, снижению экономического эффекта от ее эксплуатации.

Одним из путей решений данной проблемы есть использование инфраструктуры, базиру-

ющейся на конвергенции традиционных и облачных технологий. Рассмотрим облачные технологии подробнее.

Термин «облако» в данном случае используется как метафора или образ сложной инфраструктуры, за которой скрываются все технические детали. Согласно [1], «Облачная обработка данных – это парадигма, в рамках которой информация постоянно хранится на серверах в Интернете и временно кэшируется на клиентской стороне, например, на персональных компьютерах, ноутбуках, смартфонах и т.д.»

Облачная обработка данных как концепция включает в себя следующие базовые понятия:

- Инфраструктура как услуга;
- Платформа как услуга;
- Программное обеспечение как услуга.

Инфраструктура как услуга (*IaaS*) – это предоставление компьютерной инфраструктуры как услуги в форме виртуализации.

IaaS состоит из трех основных компонентов:

- Аппаратные средства: серверы, системы хранения данных, клиентские системы, сетевое оборудование;
- Операционные системы, системное программное обеспечение (ПО), в частности средства виртуализации, автоматизации, подсистемы управления ресурсами;
- Связующее ПО для управления удаленными системами.

Технологии виртуализации позволяют разделить имеющееся в наличии оборудование на части, соответствующие текущим процессам, тем самым увеличивая степень использования наличных мощностей. В результате возможно осуществление перехода от приобретения и управления аппаратными средствами к управлению серверным временем, дисковым пространством и пропускной способностью сетей, необходимыми для выполнения конкретного процесса.

IaaS позволяет снизить уровень затрат на поддержку сложных инфраструктур центров обработки данных, клиентских и сетевых инфраструктур, а также уменьшить связанные с этим затраты и текущие финансовые расходы.

Платформа как услуга (*PaaS*) – это предоставление интегрированной платформы для разработки, тестирования, развертывания и поддержки Веб-приложений.

Масштабируемость – автоматическое выделение и освобождение необходимых ресурсов в зависимости от количества обслуживаемых приложений пользователей, надежность и безопасность изначально встроены в *PaaS* и не требуют дополнительных затрат, в форме разработки или конфигурирования. Приложения, развернутые на основе *PaaS*, надежно поддерживают использование в Интернет, обеспечивают безопасность обмена информацией и выполнение распределенных транзакций.

PaaS обеспечивает возможность подключения к внутренним и внешним Веб-сервисам в режиме реального времени, совмещение нескольких источников данных с поддержкой протокола *SOAP*. Еще одна специфическая черта *PaaS* – доступность через Интернет. Фактически, *PaaS* доступна везде, где есть доступ к Интернет.

Программное обеспечение как услуга (*SaaS*) – бизнес-модель распространения программного обеспечения, при которой поставщик разрабатывает Веб-приложение и самостоятельно управляет им, предоставляя заказчикам доступ к программному обеспечению через Интернет. Основное преимущество модели *SaaS* для потребителя состоит в отсутствии затрат, связанных с установкой, обновлением и поддержкой работоспособности оборудования и работающего на нем программного обеспечения. В рамках модели *SaaS* заказчик платит не за владение программным обеспечением как таковым, а за его аренду.

Таким образом, в отличие от классической схемы лицензирования ПО заказчик несет сравнительно небольшие затраты, и ему не требуется инвестировать значительные средства в приобретение ПО и аппаратной платформы для его развертывания, а затем поддерживать его работоспособность. Теоретически любой доступный в Интернете Веб-сервис можно рассматривать как одну из форм *SaaS*.

Одним из возможных практических решений может стать интеграция конкретной ИС со службами *Google Apps*.

Google Apps – службы, предоставляемые компанией *Google*. Службы поддерживают набор веб-приложений с функциональностью незначительно уступающей традиционным офисным пакетам. *Google Apps* включает: *Gmail*, *Google Calendar*, *Google Talk*, *Google Docs* и *Google Sites*.

Пример. Рассмотрим использование предлагаемого подхода на примере распределенной информационной системы автоматизации документооборота и поддержки принятия решений.

Традиционным решением задач подобного рода является использование готовых систем электронного документооборота, присутствующих на рынке, например *IBM Lotus Notes*. Однако подавляющее большинство систем этого класса обладают рядом характеристик, значительно усложняющих или вообще делающих невозможным их эффективное использование во многих государственных структурах Украины. Рассмотрим эти характеристики подробнее:

- значительная стоимость лицензии, при этом лицензированию подлежит каждое рабочее место, на котором используется система;
- высокие требования к подготовке персонала, необходимость регулярных курсов повышения квалификации, проводимых компанией-поставщиком или компанией-интегратором;
- высокие требования к аппаратной части рабочих станций;
- требования к программной конфигурации рабочих станций, в том числе и к гомогенности программного обеспечения, которое на них используется;
- необходимость постоянного высокоскоростного подключения к Интернету, что во многих случаях является проблематичным.

В то же время большинство организаций, особенно в образовательном секторе, характеризуется значительным разбросом как в диапазоне используемого программно-аппаратного обеспечения, так и в уровне профессиональной подготовки персонала [2].

Логичным ответом на возникший вызов есть разработка системы, учитывающая перечисленные особенности украинских пользователей и позволяющая обеспечить при этом надежное функционирование системы в целом при условии минимизации требований к программно-аппаратной конфигурации пользовательских рабочих станций.

Кратко сформулируем основные требования к такой системе.

- Использование веб-интерфейса с поддержкой большинства используемых браузеров, в том числе *Internet Explorer 6+*, *Firefox 1+*, *Opera 9+*, *Google Chrome*; Использование клиентского программного обеспечения, совместимого со всеми распространенными версиями *Windows* и нетребовательного к аппаратной части;

- возможность работы с низкоскоростными каналами подключения к Интернет;

- нетребовательность к уровню подготовки персонала: эффективно работать с системой должен любой сотрудник, владеющий базовыми навыками использования Интернет [3];

- высокая степень безопасности и защита системы от несанкционированного доступа;

- наличие резервных каналов/механизмов взаимодействия в случае перебоев в доступе к Интернет.

Анализ современных тенденций развития распределенных систем и технологий их разработки позволил найти конвергентное решение на базе модульности и сервис-ориентированной архитектуры с опорой на облачную инфраструктуру.

Система реализуется в виде набора функционально-независимых модулей, взаимодействующих между собой с помощью встроенных Веб-сервисов. Такое решение позволяет обеспечить высокий уровень безопасности и отказоустойчивости: в случае, если в силу каких-то причин, например из-за несанкционированного доступа или аппаратного сбоя, один из модулей системы становится недоступен, все остальные части системы до устранения неполадок продолжают функционировать в штатном режиме.

Использование сервис-ориентированной архитектуры в сочетании с технологией *AJAX* для построения динамического интерфейса системы дает возможность обеспечить поддержку подавляющего большинства браузеров и эффективно работать по каналам связи с низкой пропускной способностью [4].

Аналогично реализован модуль справочной он-лайн системы. Разработанный механизм подсказок, визуализирующихся в режиме реального времени и гибко реагирующих на действия пользователя, позволяет снизить требования к его подготовке и упростить процесс выполнения базовых задач [5].

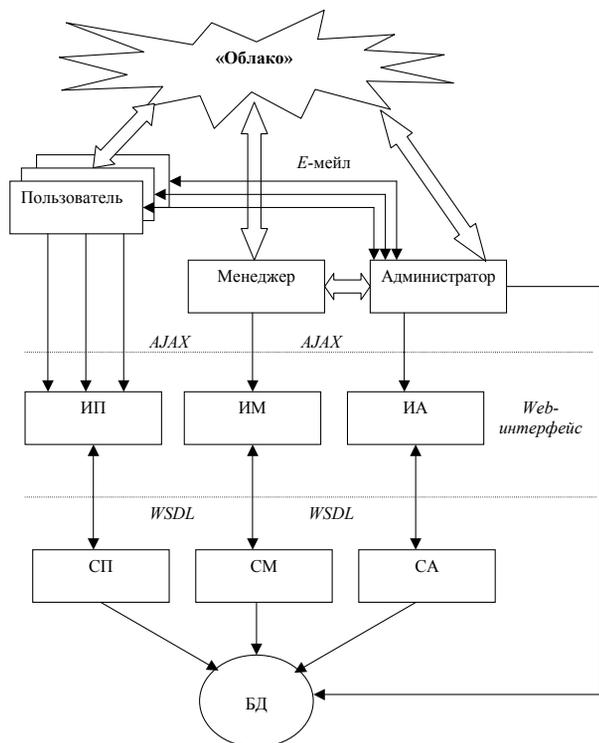
На случай перебоев с подключением к Интернет или временному выходу из строя центрального сервера реализована полнофункциональная резервная подсистема, базирующаяся на облачном подходе к хранению и обработке данных. С помощью специального программного обеспечения существенная часть операций по обработке данных и их хранению может выполняться автономно на рабочих станциях пользователей.

В качестве дополнительного канала обмена данными задействована служба электронной почты. Такой подход позволяет формировать и обрабатывать данные на рабочей станции даже при отсутствии подключения к Интернету, а для информационного обмена использовать любой доступный компьютер с доступом к электронной почте.

Структурная схема конвергентной ИС приведена на рисунке.

Заключение. Использование комбинации структурного и процессного подходов, библиотеки *ITIL* и в частности процесса *ITSCM* позволяет обозначить основные подходы к решению исследуемой проблемы.

Однако существующие решения по управлению непрерывностью предоставления услуг и поддержанию общего процесса управления непрерывностью во многих случаях не могут считаться оптимальными, поскольку требуют наличия достаточных резервных (дублирующих) мощностей.



Структурная схема. ИП – Интрефейс пользователя; ИМ – Интрефейс менеджера; ИА – Интрефейс администратора; СП – Сервис пользователя; СМ – Сервис менеджера; СА – Сервис администратора

Одним из методов обеспечения наличия достаточного количества резервных мощностей может быть построение инфраструктуры ИС на основе конвергенции традиционных и облачных технологий.

Построение ИС на основе конвергентной инфраструктуры позволяет максимально эффективно использовать имеющееся в наличии оборудование путем оптимизации управления

ресурсами в зависимости от решаемых в конкретный момент задач, а также динамически привлекать сторонние ресурсы.

Предложенный подход, в сравнении с традиционным, обеспечивает в целом большую степень надежности и гибкости управления непрерывным функционированием информационных систем.

Разработанная конвергентная архитектура позволяет учесть предъявляемые к системе требования и обеспечить при этом ее бесперебойное функционирование для широкого круга пользователей.

1. Hewitt C. ORGs for Scalable, Robust, Privacy-Friendly Client Cloud Computing. – 2008. – 12. – N 5. – P. 96–99. – <http://www.computer.org/portal/web/csdl/doi/10.1109/MIC.2008.107>
2. Манако А.Ф. Информационные ресурсы для непрерывного обучения // УСиМ. – 2002. – № 3/4. – С. 41–49.
3. Манако А.Ф. Сетевое общество и учебно-ориентированные технологии для всех // Там же. – 2004. – № 4. – С. 50–59.
4. Войченко А.П. Некоторые аспекты проектирования и разработки многоцелевых сред учебного назначения // Перспективні технології навчання та освітні простори: Зб. наук. пр. – 2007. – 1. – С. 101–107.
5. Войченко А.П. Использование современных конвергентных информационных технологий в образовательной сфере / Тез. доп. Міжнар. наук. конф. для студентів, аспірантів, науковців «Інноваційний розвиток суспільства за умов крос-культурних взаємодій» // Сумськ. обл. ін-т післядипломної педагогічної освіти, 2010. – 35 с.

© А.П. Войченко, 2011

Внимание !

Оформление подписки для желающих опубликовать статьи в нашем журнале обязательно.

В розничную продажу журнал не поступает.

Подписной индекс 71008