

ИНТЕГРАЦИЯ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ПОСТРОЕНИИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ ДИСПЕТЧЕРСКИХ РЕШЕНИЙ

Т.М. Папилина (РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина)

Рассматривается вопрос развития программно-вычислительных комплексов (ПВК) за счет возможностей, предоставляемых облачными технологиями. На базе ПВК «Веста» предлагается архитектура распределенной системы поддержки принятия диспетчерских решений в области транспорта газа, реализованная с применением SaaS модели.

Ключевые слова: SaaS, облачные технологии, системы поддержки принятия решений, газотранспортная отрасль.

Стремительное развитие мобильной техники в последние годы привело к пересмотру взглядов на современное ПО и смещению приоритетов в его разработке в сторону облачных технологий: наряду с развитием программ для стационарных ПК все больше внимания уделяется организации удаленного доступа к их функциональности и данным, обеспечению совместной работы территориально распределенных пользователей [1].

Ряд ведущих разработчиков компьютерной техники и ПО в различных сферах деятельности, в том числе и в промышленной автоматизации, уже представили и успешно внедрили свои решения на основе облачных вычислений. Однако процесс построения единого информационно-вычислительного пространства в крупных территориально-распределенных корпорациях обладает большой инерционностью [2], вызванной большим объемом накопленного гетерогенного ПО, слабо ориентированного на новые программно-аппаратные платформы. Как правило, единая система не создается с нуля. Происходит адаптация уже существующих комплексов под новую архитектуру. Это, с одной стороны, обеспечивает преемственность принципов работы программ и дает возможность использовать уже отлаженную и зарекомендовавшую себя функциональность, но, с другой — появляется необходимость решать проблемы интеграции различных платформ.

Сегодня газотранспортными предприятиями используются несколько стационарных программно-вычислительных комплексов (ПВК) поддержки принятия решений, разрабатываемых как внутренними подразделениями ОАО «Газпром», так и сотрудниками сторонних научных центров и университетов. Наиболее распространенными являются ПВК «Астра-газ» (ООО «Газпромразвитие») и ПВК «Веста» (РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина). Ограниченность ресурсов отдельной рабочей станции указанных ПВК затрудняет их дальнейшее развитие. Так на данный момент ПВК «Веста» осуществляет расчет нестационарного режима транспорта газа в течение нескольких часов с минимальным шагом в 1 мин. Для понимания переходных процессов планируется переход к моделированию с шагом 1 с, что требует вычислительных мощностей ЦОД. Также проблемой является устаревшая программно-аппаратная платформа: большинство рабочих станций функционируют под управлением ОС Windows XP, что не позволяет в пол-

ном объеме использовать новые возможности в разработке ПО. Решением этих проблем является применение облачных технологий.

Таким образом, построение распределенной системы поддержки принятия диспетчерских решений (СППДР) обеспечит решение следующих задач:

- моделирование технологических схем с большей точностью;
- унификация и синхронизация данных;
- организация удаленного доступа к актуальным данным и вычислительным моделям;
- проведение совместных тренингов;
- упрощение поддержки и обновления программных комплексов и т. п.

В данной статье рассматривается реализация распределенной СППДР в виде SaaS модели (Software as a Service, предоставление ПО как сервиса) в частном или общественном (community) облаке на базе существующих ПВК газотранспортных предприятий на примере ПВК «Веста».

Облачный подход как развитие клиент-серверной архитектуры

Главная идея облачного подхода — отделение хранения и обработки данных от их визуализации. Он исходит из двух предпосылок: во-первых, компьютеры отдельных пользователей территориально распределены; во-вторых, есть возможность использования вычислительных ресурсов корпоративного ЦОД. Применительно к СППДР подразумевается, что в облаке находятся репозиторий расчетных схем, учебно-тренировочные задачи (УТЗ), отчеты о выполнении УТЗ и прочие данные, а тонкий клиент предоставляет единую точку входа для удаленных пользователей, скрывая распределенную вычислительную часть. Обработка пользовательских запросов, расчет моделей, решение задач оптимизации, адаптации и т. п. в облаке повышает эффективность использования имеющихся ресурсов и расширяет спектр поддерживаемых клиентских устройств от стационарных рабочих станций до планшетных компьютеров и смартфонов, так как конечным пользователям поступает обработанная и агрегированная информация, которую нужно только отобразить. Уровень детализации получаемой информации зависит от возможностей устройства и потребностей пользователя и может варьироваться от отображения полной технологической схемы на стационарных и планшетных

компьютерах до табличной сводки основных параметров режима на мобильном телефоне.

Построение распределенных систем на базе существующих стационарных ПК в общем случае требует решения нескольких проблем:

- преодоление различий программно-аппаратных архитектур: большинство используемых сегодня ПК разработаны на базе 32-битной архитектуры, включая однопроцессорную, накладывающую определенные ограничения на потребляемые ресурсы, в то время как высокопроизводительные системы работают под управлением многопроцессорных 64-битных версий;
- организация сетевого взаимодействия со стационарным комплексом;
- минимизация влияния блокирующих ресурсоемких операций и обеспечение актуализации данных пользователей;
- обеспечение конфиденциальности данных при передаче по сети.

Переход к распределенной СППДР предполагает наличие подсистемы сетевого взаимодействия, поэтому для разработки в качестве базового комплекса был выбран ПК «Веста», один из основных комплексов поддержки принятия решений в газотранспортной отрасли, как уже предоставляющий сетевой механизм взаимодействия, использующийся, например, для построения распределенного сетевого тренажера. Это позволяет пропустить этапы выбора и внедрения сетевых компонент.

В ПК «Веста» используется сетевой менеджер сообщений, выступающий в роли маршрутизатора, клиентами которого являются отдельные копии тренажера («толстые клиенты»), общающиеся между собой в асинхронном режиме. Таким образом, на уровне сетевого взаимодействия организуется распределенная одноранговая система. Она позволяет добавлять различные типы клиентов, не нарушая текущей органи-

зации. Один из ПК запускается в режиме преподавателя, остальные — в режиме обучения. Преподаватель назначает обучаемым подсистемы одной схемы и начинается совместная работа, то есть на функциональном уровне архитектура близка к клиент-серверной.

Серьезным ограничением подобной схемы является ограниченное число рабочих станций с установленным ПК. Разработка тонкого клиента и добавление Web-приложения в качестве нового клиента сетевого менеджера решают эту проблему.

Архитектура распределенной СППДР

Возможная структура распределенной СППДР представлена на рис. 1.

Тонкие клиенты

Клиентами облачной СППДР являются обычные браузеры, с помощью которых пользователь посылает запросы на сервер. Функции тонкого клиента ограничиваются двумя пунктами: визуализация полученной информации; предоставления пользователю интерфейса управления. Исходя из этих функций, браузер должен соответствовать двум требованиям: поддерживать технологию визуализации и механизм передачи данных. Учитывая, что браузеры разрабатываются третьей стороной, эти требования в большей степени относятся к выбору технологий, которые бы поддерживались большинством браузеров.

Web-приложение

Серверное Web-приложение является связующим звеном между расчетной частью и интерфейсом пользователя, обеспечивая преобразование данных из формата ПК в общий для всей системы формат.

Функции Web-приложения:

- контроль запущенных сессий;
- первичная обработка пользовательских запросов;
- трансляция запроса через сетевой менеджер соответствующему адресату;

- преобразование полученной от ПК информации в html-формат;

- передача обработанной информации web-клиенту.

В качестве web-приложения может выступать как интерпретируемый CGI-сценарий, так и скомпилированное приложение. Выбор типа приложения основан на используемой программно-аппаратной платформе, сложности проектируемой системы и личных предпочтениях разработчиков. Программные комплексы газотранспортной отрасли ориентированы на Windows-платформу, поэтому в качестве сервера приложений был выбран Internet Information Services (IIS), а web-приложение реализовано на базе ASP. NET MVC.

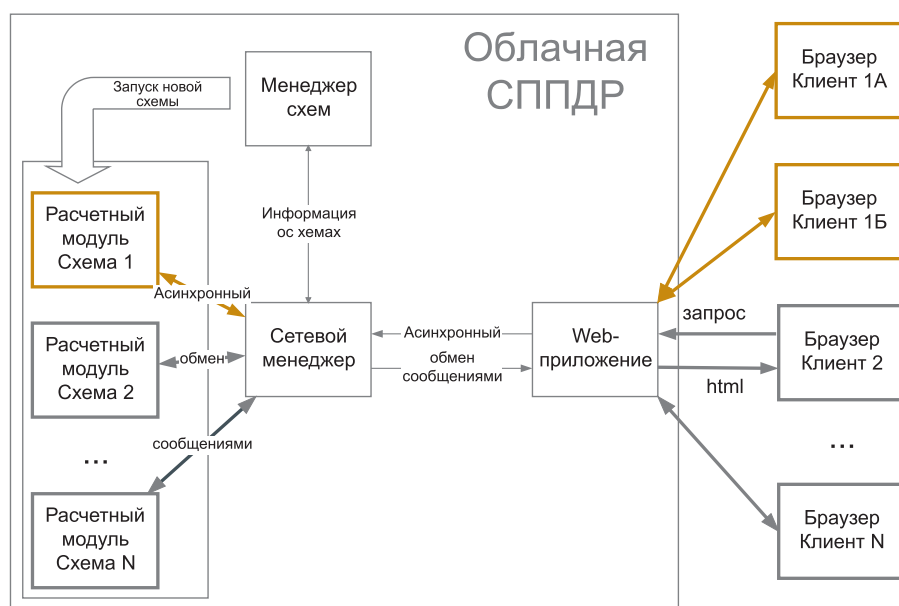


Рис. 1. Структура распределенной СППДР

Менеджер схем

Для работы со схемами добавляется еще один внутренний клиент — менеджер схем. Функции менеджера схем: предоставление информации о доступных схемах; запуск ПВК с выбранной схемой.

При первом обращении пользователь получает список доступных схем, после чего он может либо запустить одну из них, либо присоединиться к одной из уже открытых в режиме совместной работы. Менеджер схем должен выполняться на том же сервере, что и расчетные комплексы, с правами, достаточными для запуска новых комплексов. Остальные компоненты могут быть территориально распределены и выполняться на различных платформах.

Модульность данной системы позволяет решить проблему разнородности программно-аппаратных архитектур, а также позволяет масштабировать систему от корпоративного уровня локальной сети одного предприятия до глобального взаимодействия между организациями по сети Интернет в случае обеспечения надежной защиты передачи данных.

Механизм передачи сообщений

Проблема обеспечения прозрачности ресурсоемких вычислений решается выбором механизма обмена сообщениями.

Как уже упоминалось, и web-приложение, и менеджер схем с точки зрения сетевого взаимодействия являются такими же клиентами общего сетевого менеджера, как и ПВК. Обмен сообщениями между ними происходит по внутреннему асинхронному протоколу, основанному на использовании очереди сообщений.

На том же принципе очередности сообщений организовано общение между web-страницей и web-приложением. Клиент отправляет ajax-запросы через XMLHttpRequest (XHR), которое попадает в общую очередь на web-сервере, а web-приложение транслирует его в команду для соответствующего ПВК. Полученный от ПВК ответ приложение обрабатывает и передает клиенту через ждущий асинхронный js-запрос. Альтернативным вариантом передачи данных от web-приложения к браузеру является новая развивающаяся технология более высокого уровня web-сокеты. Таким образом, обновление различных частей страницы происходит автоматически и без полной перезагрузки всей страницы. Полная асинхронность механизма сообщений на всех уровнях позволяет решить проблему блокирующих операций, выполняемых комплексом, т. к. прочая функциональность, непосредственно не затрагиваемая этой операцией, пользователю для работы доступна.

Отображение технологических схем

Отображение технологических схем газотранспортной сети как таковое не входит в список общих задач при интеграции существующих стационарных программных комплексов в облачную архитектуру. Однако в рассматриваемом варианте этот этап явля-

Правильно поставленная проблема — уже наполовину решена.

Чарльз Каттеринг

ется одним из ключевых, без реализации которого создание тонкого клиента не имеет смысла.

Среди нескольких возможных технологий работы с динамической Web-графикой традиционным лидером считался Flash. Для создания графики используется собственный язык — ActionScript, результат получается большого размера, что увеличивает потребляемый трафик и замедляет загрузку страницы. Кроме того, для отображения необходим Flash Player, который многими пользователями блокируется из соображений безопасности. Из-за проблем с уязвимостями Flash не поддерживается мобильными устройствами производства Apple, на долю которого, по разным оценкам, приходится около трети мобильной техники в России.

Своя технология была предложена и компанией Microsoft — ActiveX. ActiveX поддерживает несколько языков программирования, существуют инструменты для работы с векторной графикой (например, Vector Graphics ActiveX). Безопасность обеспечивается с помощью механизма цифровой подписи разработчика. Однако историческая привязанность к Internet Explorer делает его непригодным для разработки кроссплатформенного решения.

Специфика мобильных устройств и их распространение привели к пересмотру языка структурирования Internet-страниц HTML. Пятая версия языка ориентирована на упрощение разработки кроссплатформенных Internet-проектов. В ней существенно расширена работа с мультимедиа, с базами данных, с геолокационными данными и добавлены другие новые механизмы. На сегодняшний день лучшим решением при работе с Web-графикой является именно обновленный стандарт HTML5, который дает высокую скорость загрузки страниц и совместим с мобильными устройствами. Из недостатков можно отметить несовместимость со старыми версиями браузеров и незаконченную процедуру сертификации, хотя HTML5 фактически является текущим рабочим стандартом и уже начата работа на версией 5.1.

Язык HTML5 предоставляет два инструмента для работы с графикой: canvas для растровой и svg для векторной. С точки зрения отображения технологических схем canvas имеет только одно преимущество: возможность использования готового набора изображений. Плюсами svg являются все преимущества векторной графики над растровой (например, отсутствие потерь точности при масштабировании), малый размер исходного кода, возможность идентификации каждого объекта на схеме и настройка стилей через css.

Данные о технологической схеме экспортируются ПВК в xml-формате. На основе xsl-шаблонов генерируется svg-изображение, которое встраивается в результирующую html-страницу (рис. 2). Так как

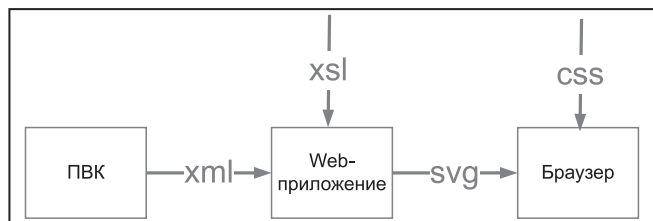


Рис. 2. Механизм построения технологической схемы

в основе всех этих технологий лежит текстовый формат, существенно сокращается объем используемого трафика, что позволяет осуществлять эффективную работу тонких клиентов даже в сетях с низкой пропускной способностью. Использование xsl-шаблонов позволяет гибко настраивать обработку данных от конкретного ПВК без необходимости внесения изменений в само web-приложение.

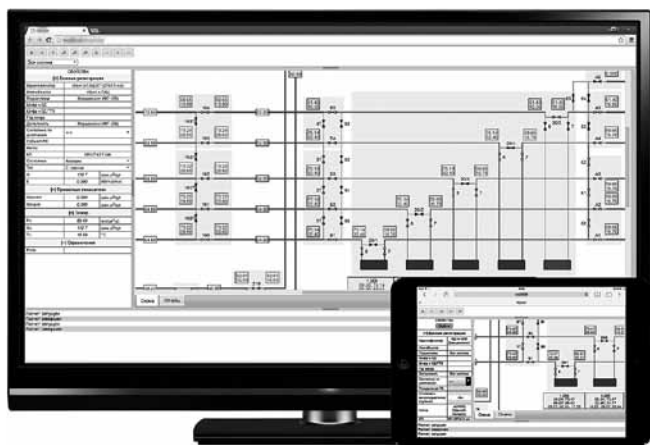


Рис. 3. Графический Web-интерфейс пользователя на различных устройствах

Обеспечение конфиденциальности передаваемых данных

В распределенных системах вся информация является потенциально уязвимой и подлежит обязательной защите. К основным способам обеспечения конфиденциальности информации относятся аутентификация средствами приложения или сервера, шифрование данных на уровне приложения, использование криптозащищенных протоколов, построение защищенных виртуальных сетей (VPN) для организации доступа удаленных пользователей к сети [3].

Выбор средств защиты или их комбинации зависит от уровня конфиденциальности данных. В рассматриваемом варианте задачу безопасности решает построение корпоративной криптозащищенной VPN [4] и использование стандартных способов защиты ОС: регулярные обновления, использование программ-антивирусов [5].

Заключение

Предложенная архитектура распределенной СППДР позволяет объединить гетерогенные ПВК

газотранспортной отрасли, в том числе работающие на разных уровнях диспетчерского управления. Возможные варианты использования:

- организация доступа к системе, расположенной в ЦОД для расчета ресурсоемких схем (рис. 3);
- тонкий клиент для просмотра общей картины в режиме мониторинга руководителем или диспетчером;
- инструмент ввода оперативных данных по отдельным подразделениям с целью проведения общих вычислительных экспериментов;
- развитие многоуровневых распределенных тренажеров [6].

Текущая реализация СППДР обеспечивает удаленный доступ к основным функциям СППДР:

- выбор необходимой технологической схемы и ее подсистемы;
- просмотр и изменение свойств объектов;
- управление состоянием активных объектов (краны, трубы, потребители и др.);
- запуск расчета схемы с заданными параметрами;
- просмотр отчетов по результатам моделирования.

В дальнейшем функциональность стационарных ПВК может расширяться за счет возможностей мобильных устройств, например, за счет использования геолокационных данных.

Список литературы

1. Анишина М.Л. Взгляд на место облачных технологий в промышленной автоматизации // Автоматизация в промышленности. 2013, №4, с.04-06.
2. Васильев А.В., Леонов Д.Г., Митичкин С.К., Швечков В.А. Интеграция расчетных комплексов моделирования режимов систем газоснабжения в единое информационное пространство АСДУ ОАО «Газпром» // Газовая промышленность. 2012, № 12, с. 62-67.
3. Егоров Е.В., Зайцев М.В. Информационная безопасность в АСУТП – основная проблема использования Web-технологий в задачах автоматизации // Автоматизация в промышленности. 2013, №1, с. 27-31.
4. Леонов Д.Г. Проблемы функционирования распределенных тренажерных комплексов в защищенных сетевых сегментах // Труды Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина – М.: Изд.-во РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина, 2009, № 3, с. 102-107.
5. Позднеев Б.М., Поляков С.Д., Дубровин А.В., Марков К.И. О создании отраслевой электронной базы данных нормативных документов в области обеспечения безопасности технических средств обучения // Вестник МГТУ СТАНКИН. 2008. № 3. С. 109-111.
6. Леонов Д.Г., Швечков В.А. Применение распределенного подхода к задаче построения виртуальной среды многоуровневого диспетчерского управления на базе ПВК «Веста-Тренажер». Компьютерные технологии поддержки принятия решений в диспетчерском управлении газотранспортными и газодобывающими системами: Матер. IV Международной конференции DISCOM-2009. М.: Газпром ВНИИГАЗ, 2009 г, с. 395-406.

Папилина Татьяна Михайловна – аспирант РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина.
Контактный телефон (499) 135-7156.
E-mail: papilina.tm@gmail.com