

# ИНТЕГРАЦИЯ СЕРВИСА ИНТЕРАКТИВНОЙ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ВИРТУАЛЬНЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ СТЕНДОВ С СИСТЕМОЙ CAEBEANS

*Д.А. Диков, Г.И. Радченко*

*Южно-Уральский госуниверситет, Челябинск*

Для решения задач инженерного моделирования и анализа целесообразно использование удаленных высокопроизводительных вычислительных систем. Однако объем данных, полученных в результате моделирования, может достигать сотен гигабайт, что порождает проблему передачи решений конечному пользователю. Для исключения копирования результатов на ПК нами предлагается механизм удаленной интерактивной визуализации решений задач инженерного моделирования. Решение имеет формат «облачного» веб-сервиса, интегрированного с системой CAEBeans и поддерживающего исполнение множества виртуальных машин, выполняющих визуализацию решений CAE-задач. Использование технологии поVNC позволяет обеспечить доступ к сессиям визуализации посредством веб-браузера.

## **Введение**

На сегодняшний день наблюдается тенденция к объединению ресурсов нескольких высокопроизводительных суперкомпьютерных систем в вычислительные комплексы, в рамках которых осуществляется решение задач инженерного моделирования и анализа. Результатами вычислений являются файлы решений, объем которых может достигать нескольких сотен гигабайт. Визуализация такого объема данных на пользовательском ПК затруднена, а в ряде случаев невозможна в силу недостаточности аппаратных ресурсов. Решением данной проблемы является перемещение процесса визуализации с ПК на высокопроизводительные удаленные вычислительные фермы, располагающие вместительным и надежным хранилищем данных.

Сервис Oxalya VisuPortal [9] предоставляет пользователю удаленный доступ к ресурсам облачной системы визуализации. Для передачи результатов визуализации клиенту используется технология VNC. Веб-портал, посредством которого осуществляется доступ к сервису, использует для отображения удаленного рабочего стола Java-апплет, выполняющий функции VNC-клиента. Система удаленной визуализации [3] использует сервис-посредник для взаимодействия с модулем визуализации, представленным приложением, выполняющим построение графической сцены. Изображение, передаваемое клиенту, захватывается из окна приложения. В качестве клиента используется веб-браузер на компьютере пользователя.

В рамках систем интерактивной визуализации для снижения объема передаваемых клиентской стороне данных рядом исследователей применяется технология VNC (Virtual Network Computing) [1, 2, 9]. Подход, основывающийся на применении поVNC-решений [6], использующих преимущества технологии HTML5 для организации тонкого клиента на основе веб-браузера, не требует установки VNC-клиента на пользовательское устройство.

Предлагаемый подход может быть реализован на основе концепции «облачных вычислений» [4] в формате «облачного» веб-сервиса, предоставляющего пользователю механизм взаимодействия с распределенными виртуальными испытательными стендами [8], реализуемыми на основе системы CAEBeans. На сегодняшний день целый ряд

широко используемых CAE-систем, таких как ANSYS, DEFORM, FlowVision, были внедрены в систему CAEBeans в виде грид-сервисов [7]. В основе технологии CAEBeans лежит обеспечение сервис-ориентированного предоставления программных ресурсов базовых компонентов CAE-систем и формирование иерархий проблемно-ориентированных оболочек, инкапсулирующих процедуру постановки и решения определенного класса задач.

В данной работе нами предлагается решение в формате облачного сервиса интерактивной визуализации решений CAE-задач. Данный сервис интегрирован с системой CAEBeans и имеет тонкий клиент, доступный для отображения в любом веб-браузере, поддерживающем стандарт HTML5.

### Архитектура сервиса интерактивной визуализации

Цель сервиса интерактивной визуализации – обеспечить пользователю доступ к результатам визуализации решения CAE-задачи в рамках распределенного виртуального испытательного стенда.

В задачи сервиса входит:

1. выполнение визуализации решения задачи инженерного моделирования;
2. передача результатов визуализации пользователю;
3. предоставление пользователю возможности интерактивного взаимодействия с результатами визуализации.

В процессе проектирования архитектуры сервиса интерактивной визуализации была выделена сущность «сессия визуализации», инкапсулирующая процесс визуализации решения задачи инженерного моделирования и обеспечивающая предоставление результатов визуализации.

Сервис интерактивной визуализации поддерживает одновременное исполнение множества сессий визуализации, каждая из них представлена виртуальной машиной, в рамках которой установлен CAE-пакет, осуществляющий процесс визуализации загруженного решения CAE-задачи. Для запуска сессии визуализации сервису интерактивной визуализации требуется загрузить файлы решения CAE-задачи из хранилища данных, в роли которого выступает CAEBeans Server (рис. 1).

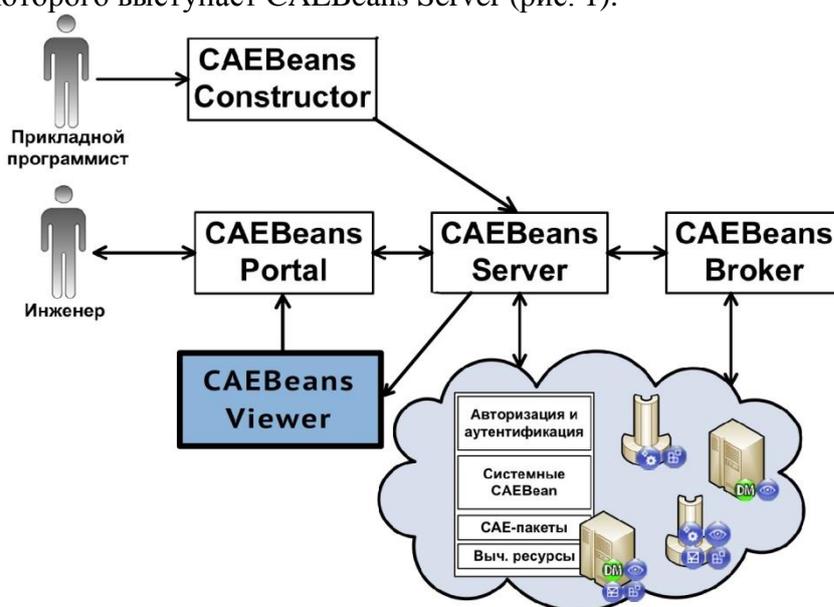


Рис. 1. Сервис CAEBeans Viewer в составе системы CAEBeans

В качестве клиента сервиса интерактивной визуализации выступает веб-браузер, установленный на пользовательском устройстве (рис. 2). Клиент использует для соеди-

нения с сессией визуализации протокол WebSocket, предоставляющий возможность установления полнодуплексной связи поверх TCP-соединения [3]. Это позволяет избежать необходимости установки VNC-клиента на пользовательское устройство.

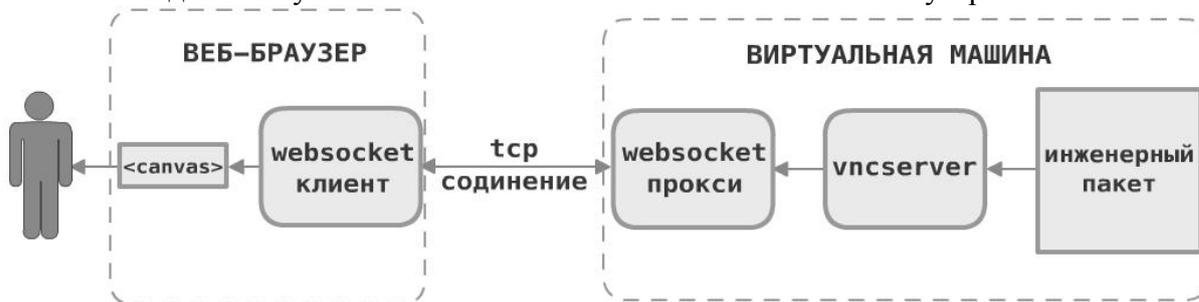


Рис. 2. Архитектура поVNC-соединения

Подготовка сессии визуализации инициируется по запросу от клиента и состоит из следующих этапов:

1. создание виртуальной машины и установка требуемой операционной системы;
2. загрузка файлов решения CAE-задачи;
3. установка инженерного пакета;
4. запуск визуализации решения;
5. подготовка поVNC-подключения;
6. добавление информации о созданной и запущенной сессии визуализации в базу данных.

CAE-пакет, устанавливаемый на виртуальной машине, подбирается в соответствии с форматом файлов решения задачи инженерного моделирования, построенных в рамках системы CAEBeans и хранящихся на сервере CAEBeans Server. Архитектура сервиса удаленной визуализации не накладывает ограничений на выбор инженерного пакета и предоставляет возможность развертывания любого требуемого ПО в рамках виртуальных машин на сервере.

### Реализация сервиса интерактивной визуализации

Сервис интерактивной визуализации – это множество виртуальных машин под управлением гипервизора Xen, одна из которых содержит веб-службу, посредством которой предоставляется функционал сервиса, а остальные поддерживают сессии визуализации решений CAE-задач. Веб-служба, размещенная на сервере, представляет собой приложение, реализованное на основе инфраструктуры Ruby On Rails.

Интерфейс сервиса интерактивной визуализации обеспечивает возможность запрашивать и передавать данные о пользователе или сессии визуализации посредством POST- и GET-запросов. Для начала работы с сервисом клиенту необходимо направить GET-запрос, содержащий данные для аутентификации пользователя. При условии успешного прохождения процесса аутентификации, пользователь получает доступ к основному функционалу, предоставляемому сервисом.

Когда пользователь впервые запрашивает интерактивную визуализацию, в базе данных создается запись о новой, неактивной сессии визуализации. Сервер выполняет подготовку и настройку виртуальной машины, после чего состояние сессии визуализации меняется на «активное», что позволяет пользователю осуществить подключение и просматривать результаты визуализации. При поступлении запроса на подключение к сессии визуализации веб-служба передает клиенту хранимую в базе данных информацию для подключения к необходимой виртуальной машине. Используя полученные данные, клиент устанавливает подключение. Принимаемое клиентом сессии визуализа-

ции изображение преобразовывается в формат, приемлемый для отображения на веб-странице при помощи Canvas 2D API.

Для подключения клиент выполняет асинхронный запрос, содержащий идентификатор требуемой сессии визуализации. Ожидаемый ответ сервера содержит пароль для VNC-соединения и IP-адрес виртуальной машины. Эти данные используются клиентом для вызова функции connectVNC, устанавливающей поVNC-подключение к сессии визуализации.

### Тестирование сервиса интерактивной визуализации

Для испытаний предложенного подхода сервис интерактивной визуализации был развернут на ресурсах суперкомпьютерного центра ЮУрГУ(НИУ). Для тестирования был использован веб-браузер Google Chrome (версия 19.0). В рамках подготовки демонстрационной сессии визуализации была создана виртуальная машина под управлением ОС Fedora 16. Для визуализации был использован файл геометрии в формате .k, построенный в инженерном пакете ANSYS, а также пре- и постпроцессор LS-PrePost 3.2. Внешний вид запущенного клиента сервиса CAEBeans Viewer, отображающего решение САЕ-задачи, приведен на рис. 3.

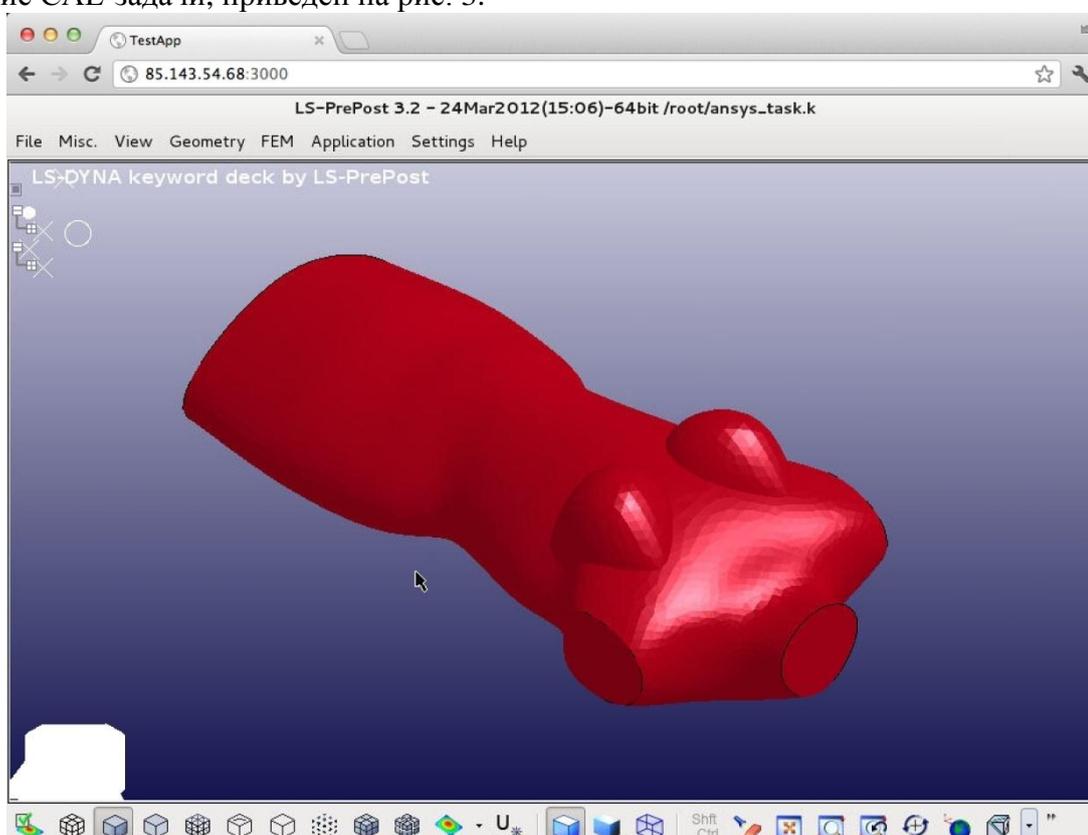


Рис. 3. Процесс работы сервиса

В результате подключения к сессии визуализации клиентом было отображено изображение удаленного рабочего стола – запущенная программа LS-PrePost и отображенная в окне «viewport» геометрия.

### Заключение

В данной работе предложен новый подход к проблеме интерактивной визуализации решений задач инженерного моделирования, предполагающий использование поVNC-решений для организации тонкого клиента. Была разработана архитектура сервиса интерактивной визуализации CAEBeans Viewer, и реализован прототип сервиса, позволя-

ющий поддерживать пользовательские сессии визуализации решений САЕ-задач. Дальнейшее развитие представленной работы предполагает разработку полнофункциональной версии сервиса с последующим созданием промышленного прототипа сервиса и внедрением его в опытную эксплуатацию.

Проект выполнен при поддержке Совета по грантам Президента Российской Федерации (проект № МК-1987.2011.9), Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 11-07-00478) и Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (проект № 10980р/16895).

### **Литература**

1. Margalef F.P., Vall M. R., Garcia A.I., et al. Usage of thin clients on STB for secure interactive applications – [[http://nem-summit.eu/wp-content/plugins/alcyonis-event-agenda/files/Usage\\_of\\_thin\\_clients\\_on\\_STB\\_for\\_secure\\_inter-active\\_applications.pdf](http://nem-summit.eu/wp-content/plugins/alcyonis-event-agenda/files/Usage_of_thin_clients_on_STB_for_secure_inter-active_applications.pdf)].
2. Shizuki B., Nakasu M., Tanaka J. VNC-based Access to Remote Computers from Cellular Phones // CSN '02: Proceedings of the IASTED International Conference on Communication Systems and Networks, 2002. P. 74-79.
3. The Web Sockets API – [<http://www.w3.org/TR/2009/WD-websockets-20091222>].
4. Vaquero L.M. et al. A break in the clouds: towards a cloud definition // ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 2009. Vol. 39. P. 50-55.
5. Бахтерев М.О., Васев П.А., Казанцев А.Ю., Манаков Д.В. Система удаленной визуализации для инженерных и суперкомпьютерных вычислений // Вестник ЮУрГУ. 2009. №17(150). С. 4–11.
6. Диков Д.А. Подход к проблеме удаленной визуализации сложных 3D-моделей на базе поVNC-решений // Параллельные вычислительные технологии (ПаВТ'2012): Труды Международной научной конференции (Новосибирск, 26 – 30 марта 2012 г.). Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2012. С. 444–448.
7. Долганина Н.Ю., Сапожников С.Б., Маричева А.А. Моделирование ударных процессов в тканевых бронежилетах и теле человека на вычислительном кластере «СКИФ Урал» // Вычислительные методы и программирование: Новые вычислительные технологии. Т. 11. 2010. С. 117-126.
8. Радченко Г.И., Соколинский Л.Б. Технология построения виртуальных испытательных стендов в распределенных вычислительных средах // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики. № 54. 2008.
9. Сайт проекта Oxalya – [<http://www.oxalya.com>].