

Интернет-портал для решения научных и инженерных задач

А. М. Гудов, С. Ю. Завозкин, И. Ю. Сотников*

Кемеровский государственный университет, Россия

*Контактный e-mail: mxtfonlife@mail.ru

Приведены описание, архитектура и сервисы инженерного вычислительного портала, представляющего собой комплексное решение для организации доступа к высокопроизводительным вычислительным ресурсам, кооперации специалистов из разных областей для решения сложных вычислительных задач, проведения вычислительных экспериментов и обучения параллельным технологиям.

Ключевые слова: портал, сервис-ориентированная архитектура, web-сервисы, бизнес-процессы, высокопроизводительные вычисления, параллельные технологии, обучение, удаленная разработка программ.

Библиографическая ссылка: Гудов А.М., Завозкин С.Ю., Сотников И.Ю. Интернет-портал для решения научных и инженерных задач // Вычислительные технологии. 2018. Т. 23, № 6. С. 35–46. DOI: 10.25743/ICT.2018.23.6.005.

Введение

Для решения научных и инженерных задач все более широко применяется численное моделирование. Для этого, как правило, либо разрабатываются собственные программные решения, либо используются специализированные программные средства. Зачастую данные средства представляют собой проблемно-ориентированные решения и используются только узким кругом специалистов. Такое программное обеспечение (ПО), сложное в эксплуатации, постоянно требует доработки при изменении постановки решаемой задачи, предъявляет высокие требования к квалификации как специалиста, так и программиста. К плюсам такого подхода можно отнести возможность создания такого ПО для решения практически любой задачи при наличии соответствующих навыков и умения.

Используемые специализированные программные средства зачастую представляют собой инструментарий, предлагающий реализацию каких-либо численных методов, также предъявляющий высокие требования к квалификации специалиста, но не требующий умения программировать. К таким средствам относятся Phoenix <http://www.cham.co.uk/phoenics.php>, OpenFOAM <https://www.openfoam.com>, SALOME <http://www.salome-platform.org> и пр. Такие инструментарии являются уникальными, платные версии обладают высокой стоимостью лицензии на их использование. Приобретение и использование такого ПО нецелесообразно в случае, если пользователю необходимо решить, например, одну конкретную инженерную задачу. И особенно, если он не является специалистом в области численного моделирования, что относится и к разработке собственных программных средств.

При решении сложных научных задач все чаще требуется привлечение специалиста в исследуемой предметной области и специалиста по численному моделированию. Появляется проблема поиска нужных специалистов, возникают сложности в кооперации и нахождении общего языка.

Проведение вычислительных экспериментов требовательно к аппаратным вычислительным возможностям, вследствие чего появляется необходимость использования высокопроизводительных вычислительных ресурсов и технологий. Возникают проблемы поиска нужного высокопроизводительного ресурса и организации доступа к нему. Пользователю требуется приобретение дополнительных навыков для работы с выбранным ресурсом и технологиями параллельного программирования, что усложняет и замедляет процесс проведения вычислительного эксперимента.

Использование облачных вычислений и сервисного подхода позволяет упростить проведение вычислительных экспериментов и снизить его стоимость, а также расширить круг пользователей. К работам, использующим облачную модель, можно отнести [1], в которой представлена облачная платформа, поддерживающая публикацию, выполнение и композицию вычислительных приложений в распределенной среде; в работе [2] описана система BioUniWA, предназначенная для автоматической генерации web-сервисов для унифицированного доступа к ресурсам в области биоинформатики; в работе [3] представлена распределенная вычислительная платформа для совместных исследований в области нейронаук; в работе [4] описан программный комплекс для объединения вычислительных ресурсов в единый сервис и предоставления доступа к этому сервису пользователям через web-приложение и внешним программным системам через программный интерфейс; в [5] рассмотрен подход к организации web-лабораторий на базе концепции облачных вычислений; использование сервисного подхода, в том числе в научных исследованиях, освещено в работах [6, 7].

В Кемеровском государственном университете реализуется проект, цель которого заключается в создании наукоемкого web-ориентированного программно-технологического комплекса для решения научных и прикладных задач в виде инженерного вычислительного портала (ИВП) [8]. Уникальность данного проекта заключается в том, что в рамках одного портала объединены три направления — решение инженерных задач, проведение вычислительных экспериментов на высокопроизводительных ресурсах и предоставление образовательных услуг по теории и технологиям высокопроизводительных вычислений. Отсутствие такого рода решений делает представленную работу актуальной. Важным аспектом данного проекта является привлечение и кооперация специалистов, которые взаимодействуют с пользователями и отвечают за подготовку вычислительных сервисов и высокопроизводительных ресурсов для решения требуемых задач. Стоит отметить, что сервисы портала представляют собой высокоуровневые решения, которые могут использовать как вычислительные программные пакеты, разработанные в Кемеровском государственном университете, так и ранее упомянутые сторонние пакеты, в том числе и коммерческие. При этом пользователям нет необходимости уметь работать с применяемым ПО, они получают требуемое решение и платят за аренду вычислительных ресурсов, используемых сервисом.

Приведем список задач, для решения которых будет использован ИВП:

- предоставление вычислительных сервисов, централизованный доступ к которым осуществляется через портал;
- кооперация специалистов из разных областей для решения поставленной пользователем задачи;

Характеристика программных средств, покрывающих некоторые из заявленных задач, решаемых в ИВП

| Требование | Everest | BioUniWA | CBRAIN | HPC Community Cloud | UniHUB |
|--|---------|----------|--------|---------------------------|--------|
| Предоставление услуг экспертов | — | — | — | — | — |
| Возможность взаимодействия с внешними системами | + | + | + | + | + |
| Создание, компиляция и запуск собственного параллельного кода на предоставляемых ресурсах | + | — | + | + | + |
| Наличие образовательной компоненты по теории и технологиям высокопроизводительных вычислений | — | — | — | — | — |
| Отсутствие ограничений на предметную область | + | — | — | + | — |

- регистрация высокопроизводительного вычислительного ресурса;
- создание и запуск пользовательского параллельного программного кода на высокопроизводительных ресурсах;
- учет вычислительных ресурсов, используемых для решения задач и проведения вычислительных экспериментов, с целью предоставления информации о стоимости услуг ИВП;
- обучение теории и технологиям высокопроизводительных вычислений.

На основе анализа определенного круга задач выделены критерии и выполнен обзор существующих программных средств, позволяющих решить хотя бы часть из заявленных задач. В таблице представлены результаты обзора. Из таблицы следует, что не создано программное средство, полностью пригодное для решения поставленных задач, актуальность разработки собственного инженерно-вычислительного портала очевидна.

1. Модели

Перед реализацией ИВП был построен комплекс моделей с применением нотации UML2. На рис. 1 представлена диаграмма вариантов использования портала. Взаимодействие пользователей, являющихся потребителями услуг ИВП, с экспертами (специалистами) и администраторами портала отражено в варианте “Обратная связь”. Обратная связь осуществляется путем общения на специализированном форуме портала (где участвовать могут все пользователи), через web-приложение для личного общения с экспертами (доступное на рабочем столе пользователя), а также через специальную web-форму для отправки сообщений об ошибках и пожеланиях администраторам. Пользователи также могут воспользоваться web-приложением “Мастер”, которое пошагово позволит узнать о возможностях портала и подберет решение из уже имеющихся на ИВП или предложит набор действий, которые пользователю необходимо выполнить для получения нужного решения.

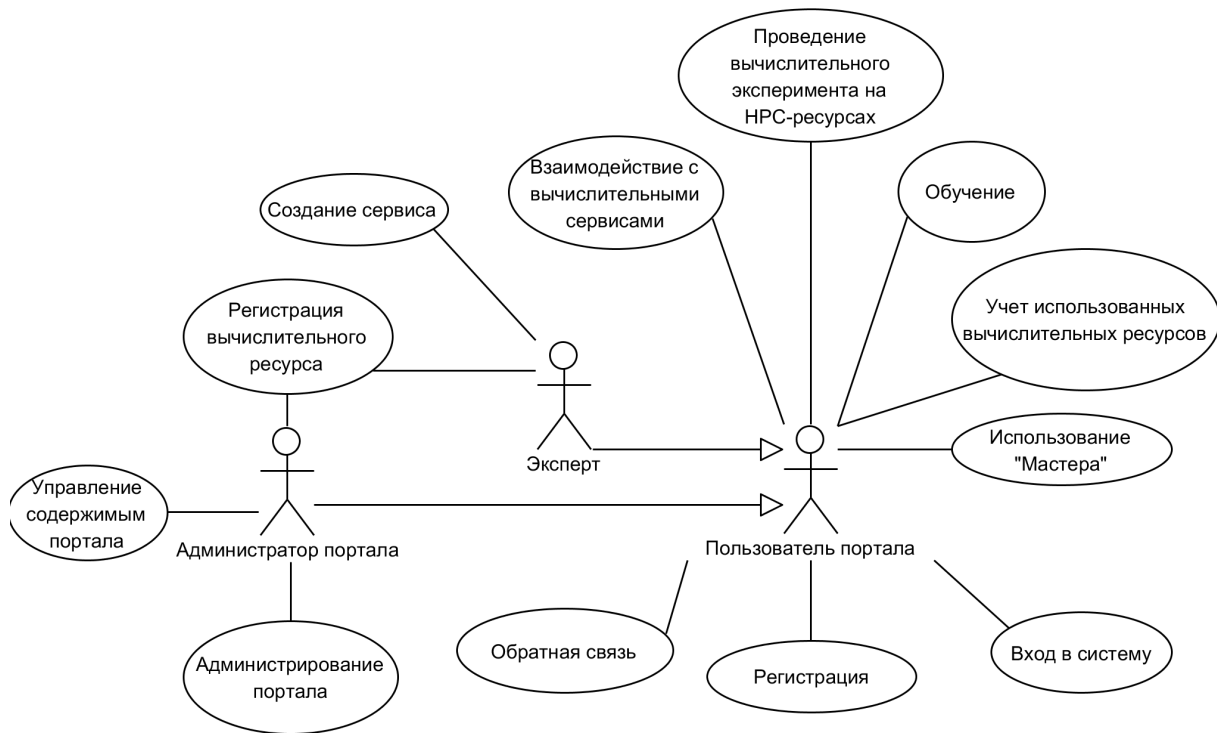


Рис. 1. UML-диаграмма вариантов использования портала

Архитектура ИВП разрабатывалась с применением сервис-ориентированного подхода (COA), она используется для построения распределенных систем, предоставляющих свои функциональные возможности в виде сервисов для других систем или сервисов [7]. Сервис-ориентированный подход упрощает интеграцию новых компонентов для расширения возможностей портала. В качестве реализации COA использовалась технология web-сервисов, базирующаяся на таких стандартах, как: WSDL — используется для описания web-сервиса, SOAP — представляет формат сообщения для взаимодействия с web-сервисом и BPEL — используется для описания бизнес-процессов (оркестровки), а также технология портлетов, применяемая при построении порталов.

На рис. 2 представлена архитектура портала. Такие компоненты, как Liferay Portal, Apache Axis2, Apache ODE и LDAP Server, рассмотрены в следующем разделе. Для остальных компонентов ниже приведено краткое описание.

- Client System представляет любую внешнюю систему-клиента, которая взаимодействует с web-сервисами/бизнес-процессами портала и/или с LDAP-каталогом.
- User Client Workstation представляет рабочую машину пользователя, например персональный компьютер.
- Web-browser представляет web-браузер, установленный на рабочей машине клиента, с помощью которого происходит работа с web-интерфейсом портала.
- Portal Server — компьютер-сервер, на котором развернут портал.
- Nginx используется как прокси-сервер, он передает запросы другим компонентам (Apache Tomcat 7, Tornado и PHP-FPM). Исключение составляют запросы на получение статических файлов, таких как изображения, JavaScript-файлы и пр., поскольку Nginx оптимизирован для такого рода запросов.
- Tornado представляет web-сервер, на котором работает сервис онлайн-разработки программ “Onlide”.

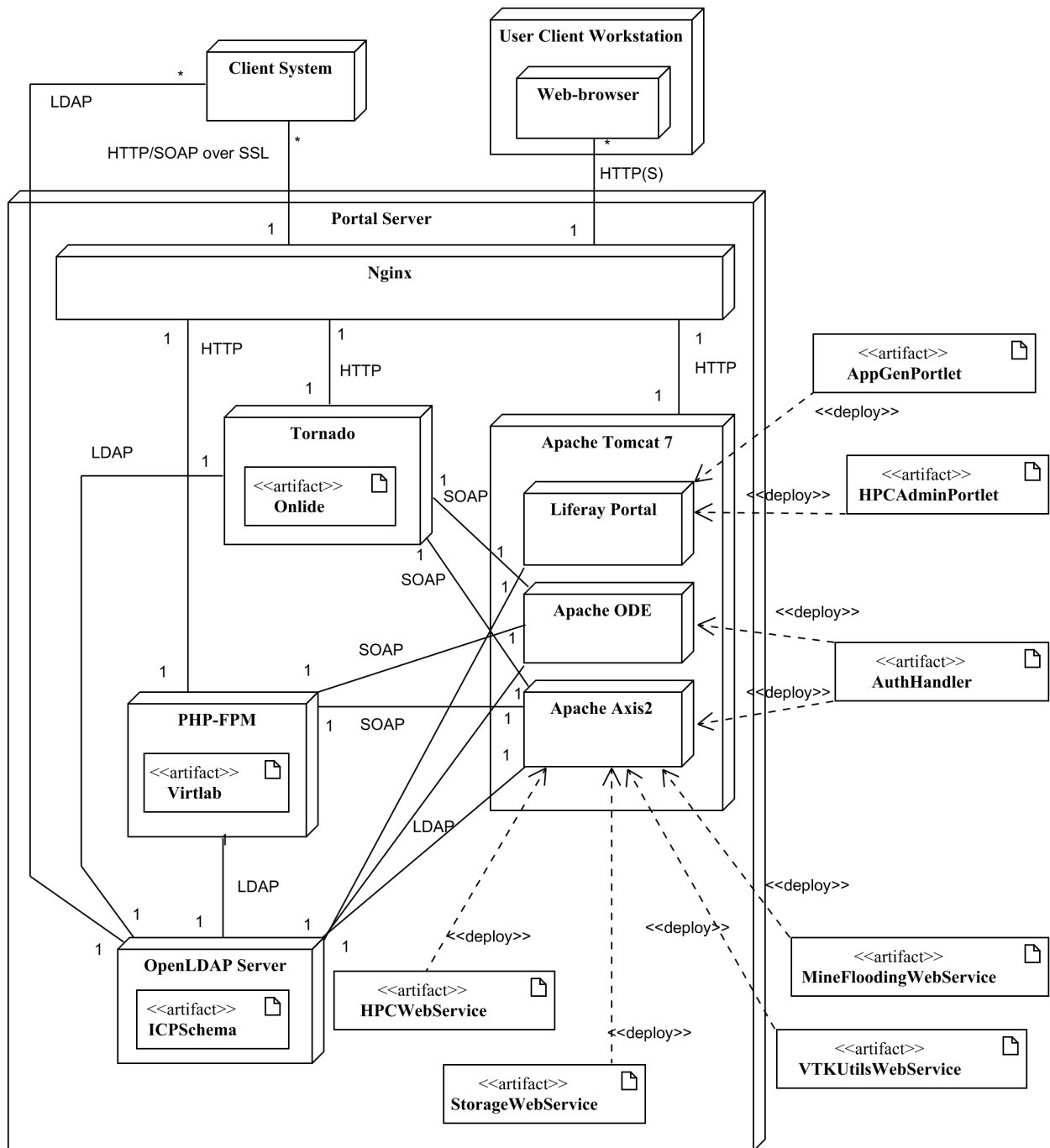


Рис. 2. Архитектура портала в виде UML-диаграммы развертывания

- PHP-FPM представляет собой менеджер процессов FastCGI, применяемый для генерации динамического PHP-содержимого сервиса “Виртуальный лабораторный практикум”. Используется ввиду отсутствия в Nginx нативной поддержки генерации такого рода содержимого.
- Apache Tomcat 7 представляет сервер web-приложений, реализующий поддержку спецификаций сервлетов. На нем разворачиваются Liferay, Axis2 и ODE.
- AppGenPortlet представляет портлет для генерации web-интерфейса сервисов портала.

- HPCAdminPortlet представляет административный портлет для управления доступом к вычислительным ресурсами и учета использованных ресурсов.
- AuthHandler отвечает за проверку доступа пользователей к web-сервисам и бизнес-процессам.
- Артефакт HPCWebService представляет web-сервис для взаимодействия с высокопроизводительными вычислительными ресурсами.
- StorageWebService представляет web-сервис для взаимодействия с хранилищем файлов пользователей.
- MineFloodingWebService представляет web-сервис для взаимодействия с программой решения задачи о затоплении шахты.
- VTKUtilsWebService представляет web-сервис для работы с файлами в формате VTK.

На рис. 3 приведена общая модель вычислительного сервиса в виде UML-диаграммы компонентов и артефактов. Компонент “Computing Resource” представляет вычислительные ресурсы, на которых установлено ПО, используемое для вычислений, конвертации данных, визуализации и пр. Компоненты WS и BP представляют web-сервисы

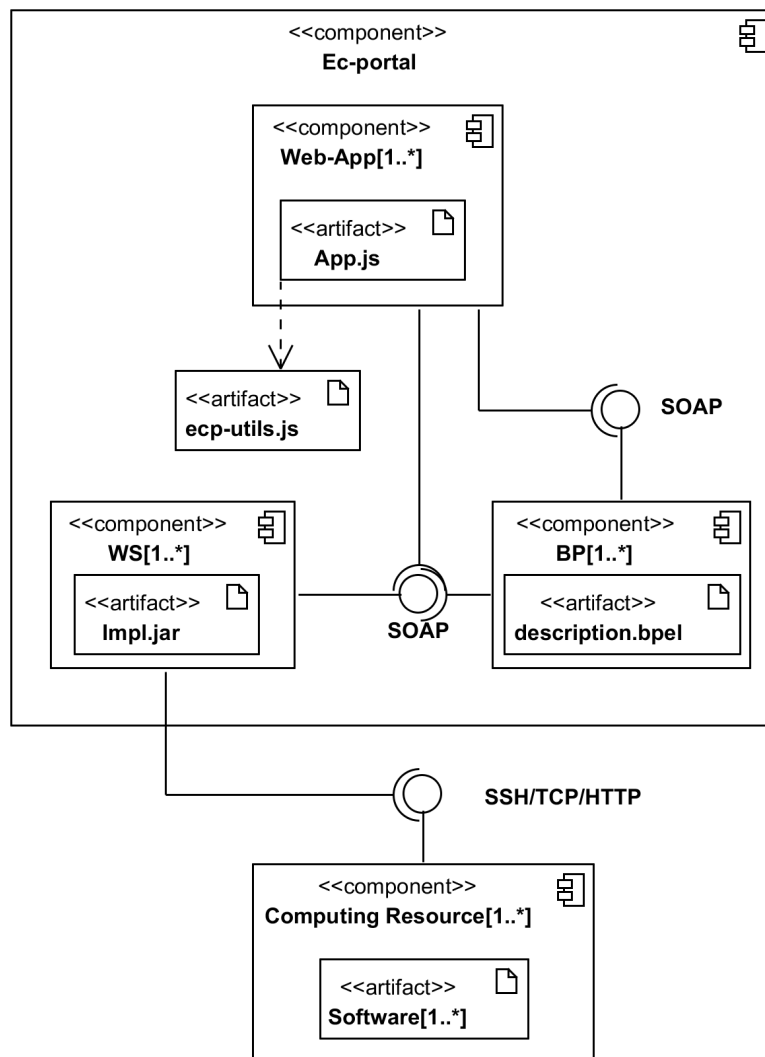


Рис. 3. Общая модель сервиса портала в виде UML-диаграммы компонентов и артефактов

и бизнес-процессы. Web-сервисы взаимодействуют с ПО на вычислительных ресурсах (к которым подключаются, например, используя SSH-соединение), а бизнес-процессы представляют собой цепочку этих взаимодействий. Наконец, компонент web-App — это web-интерфейс сервиса. Взаимодействие данного компонента с web-сервисами и бизнес-процессами осуществляется с помощью Ajax-запросов. Заголовки запросов включают специальный токен, генерируемый для каждого пользователя после прохождения авторизации, а тело запроса содержит JSON-объект, который конвертируется в формат SOAP, понятный для web-сервиса.

2. Средства реализации

В качестве основного языка программирования серверной части ИВП выбран язык Java ввиду его кроссплатформенности и наличия множества решений (библиотек, CMS, фреймворков) на данном языке. Для реализации клиентской части использовался язык JavaScript. В качестве программных средств реализации выбраны OpenLDAP, Apache Axis2, Apache ODE, Liferay, React.

Для хранения информации о пользователях, группах пользователей, а также вычислительных ресурсах решено использовать LDAP-каталог, который выбран по следующим причинам:

- стандартность протокола LDAP позволяет заменить одну реализацию на другую, не меняя кода для взаимодействия с LDAP-каталогом;
- оптимизация на операцию чтения, по этой причине в LDAP-каталоге имеет смысл хранить редко изменяемые, но часто считываемые данные (как в нашем случае);
- поддержка репликации на уровне стандарта, использование которой повышает надежность системы;
- поддержка различными CMS, в том числе и Liferay.

В качестве реализации LDAP выбран OpenLDAP. Данное решение является бесплатным, доступно для установки на различных операционных системах (что важно в случае переноса на другую систему) и прошло проверку временем (первая версия вышла в 1998 г.).

Для имплементации web-сервисного подхода использовались открытые решения Apache Axis2 и Apache ODE. Apache Axis2 представляет собой систему интеграции и управления жизненным циклом web-сервисов, Apache ODE — систему исполнения бизнес-процессов, написанных на языке BPEL. Обе системы обеспечивают следующие возможности:

- поддержка протокола SOAP версий 1.1 и 1.2. Эта особенность может быть полезна в случае, если система-клиент не имеет поддержки последней версии протокола SOAP;
- поддержка WSDL версий 1.1 и 2.0. Вторая версия имеет более сжатую структуру, но, как и в случае с SOAP, система-клиент может не поддерживать последнюю версию WSDL;
- поддержка BPEL для описания бизнес-процессов;
- применения JSON вместо XML (в JavaScript-приложениях использовать JSON проще, чем XML);
- модульная структура обеспечивает расширяемость за счет интеграции новых модулей и обработчиков (например, обработчика токена, для определения доступа к web-сервису);

- развертывание и переразвертывание web-сервисов и бизнес-процессов в реальном времени;
- web-интерфейс для администрирования.

Наличие этих возможностей стало одной из причин выбора данных средств. В ходе их использования не возникло каких-либо проблем и больших сложностей, поэтому альтернативы не рассматривались.

Liferay Portal представляет настраиваемое комплексное решение для построения Интернет-порталов. Все страницы портала строятся с помощью технологии портлетов — web-приложений, создаваемых в соответствии со спецификацией JSR-168 или JSR-286. Одна страница может состоять из множества портлетов. К преимуществам Liferay Portal, послужившим причиной его выбора, относятся:

- Liferay написан на Java, что обеспечивает кроссплатформенность и позволяет ему использовать множество дополнительных возможностей этой платформы;
- включает в себя множество предустановленных портлетов;
- позволяет разрабатывать портлеты не только на Java, но и на других языках (например, Ruby или PHP);
- обеспечивает гибкие возможности администрирования через централизованный интерфейс панели управления;
- обладает широкими возможностями интеграции с разнообразными внешними приложениями и сервисами (например, сервисами SSO, LDAP и пр.).

В Liferay предоставляются возможности создавать для каждого пользователя личные страницы. Данная возможность позволяет формировать личное рабочее пространство пользователя. При регистрации пользователя его можно связать с некоторой пользовательской группой. В Liferay для каждой группы можно установить шаблон личных страниц, которые будут добавлены на рабочий стол пользователя, после того как тот будет добавлен в соответствующую группу. Кроме групп в Liferay существуют роли, позволяющие задать ограничения для пользователя на выполнение различных действий на портале и доступ к портлетам.

Web-интерфейс вычислительных сервисов портала реализуется на языке JavaScript с использованием библиотек React (<https://reactjs.org>) и React-Bootstrap (<https://react-bootstrap.github.io>). Библиотека React применяется для построения web-приложений, в первую очередь она ориентирована на реализацию пользовательского интерфейса в виде повторно используемых компонентов. Компоненты, как правило, пишутся на языке JSX, который расширяет JavaScript возможностью использовать XML/HTML-тэги. В настоящее время связка JavaScript, React и JSX — одна из наиболее часто используемых при построении динамичных web-интерфейсов. React-Bootstrap, как следует из названия, является оберткой вокруг библиотеки Bootstrap <https://getbootstrap.com> для построения web-интерфейсов. Bootstrap выбран ввиду того, что эта библиотека используется в Liferay.

3. Реализация

Портал представляет собой набор сервисов и подсистем. Далее приведено краткое описание того, что реализовано на текущий момент.

Сервис для управления хранилищем файлов пользователей. Каждому зарегистрированному пользователю выделяется свой каталог для хранения файлов (результаты,

исходный код программ, изображения, видео и пр.). Сервис предоставляет пользователю возможности для взаимодействия со своим хранилищем через web-интерфейс портала.

Сервис для решения задачи о затоплении шахты. В качестве примера вычислительного сервиса реализован сервис для решения задачи о затоплении шахты, использующий разработанную в КемГУ многопараметрическую математическую модель, которая позволяет исследовать процессы течения, распространения и оседания нерастворенных примесей с возможностью изменения формы выработки из-за накопления осадка [9]. Сервис предоставляет функции для проведения численных экспериментов с возможными экологическими последствиями использования затопленных подземных горных выработок, а также для визуализации получаемых результатов.

Онлайн IDE “Onlide”. Данная система реализована для удаленной разработки и запуска параллельных и последовательных программ на доступных высокопроизводительных ресурсах. Она является отдельным web-приложением, использующим единую базу пользователей ИВП и web-сервис для взаимодействия с вычислительными ресурсами “HPCWebService” (см. разд. 1). Система “Onlide” предоставляет следующий набор функций:

- создание, просмотр и редактирование многофайловых проектов на выбранном вычислительном ресурсе;
- компиляция и запуск созданной программы;
- управление запущенными на удаленном ресурсе заданиями;
- загрузка проекта и результатов выполнения программы;
- расширение возможностей среды с помощью плагинов.

В качестве образовательного компонента выступает разработанная в КемГУ система “Виртуальный лабораторный практикум” [10]. Она предоставляет учебный материал по теории и технологиям высокопроизводительных вычислений, а также используется для проведения лабораторных практикумов по параллельным технологиям. Данная система изначально разрабатывалась отдельно как независимое web-приложение. На текущий момент она подключена к общей базе пользователей портала и так же, как и “Onlide”, использует web-сервис “HPCWebService”.

Кроме того, реализованы административные компоненты для регистрации вычислительных ресурсов и назначения пользователям прав доступа к ним, реализованы модули для Apache Axis2 и Apache ODE с целью проверки валидности токена и прав доступа пользователя к web-сервису.

Заключение

Разрабатываемый инженерный вычислительный портал используется в Кемеровском государственном университете для проведения вычислительных экспериментов на высокопроизводительных ресурсах и обучения теории и технологиям высокопроизводительных вычислений. Портал доступен по адресу <https://ec-portal.kemsu.ru>. На текущий момент проделана следующая работа:

- на базе Liferay развернут Интернет-портал;
- реализован сервис для управления хранилищем файлов пользователей;
- реализован сервис для решения задачи о затоплении шахты;
- разработана система “Onlide” для создания и запуска пользовательского параллельного программного кода на высокопроизводительных ресурсах;

- реализованы компоненты для регистрации вычислительных ресурсов и предоставления доступа к ним;
- в качестве образовательного компонента интегрирована система “Виртуальный лабораторный практикум”.

В дальнейшем планируются тестирование уже реализованных компонентов портала, создание компонентов для взаимодействия с экспертами портала, реализация компонента “Мастер”, описанного в первом разделе, реализация компонентов для учета используемых вычислительных ресурсов и аренды высокопроизводительных ресурсов. Также планируется расширение списка вычислительных сервисов, ведется работа по реализации сервиса для решения задачи о горении газодисперсной смеси горючего газа с частицами [11], использующего CFD-решение Phoenix.

Список литературы / References

- [1] **Сухорослов О.В.** Комбинированное использование высокопроизводительных ресурсов и грид-инфраструктур в рамках облачной платформы Everest // Суперкомпьютерные дни в России: Тр. междунар. конф., Москва, 2015. МГУ, 2015. С. 706–711.
Suhoruslov, O.V. Combined use of HPC resources and grid infrastructures with Everest cloud platform // Russian Supercomputing Days: Proc. of the Intern. Conf., Moscow, 2015. MGU, 2015. P. 706–711. (In Russ.)
- [2] **Комышев Е.Г., Генаев М.А., Гунбин К.В., Афонников Д.А.** BioUniWA — система генерации web-сервисов и конвейеров для унифицированного доступа к ресурсам в области биоинформатики // Вавиловский журн. генетики и селекции. 2013. Т. 17, № 4/1. С. 607–614.
Komyshv, E.G., Genaev, M.A., Gunbin, K.V., Afonnikov, D.A. BioUniWA — web services generation system and pipelines for unified access to resources in the field of bioinformatics // Vavilov J. of Genetic and Breeding. 2013. Vol. 17, No. 4/1. P. 607–614. (In Russ.)
- [3] **Sherif, T., Rioux, P., Rousseau, M.E. et al.** CBRAIN: a web-based, distributed computing platform for collaborative neuroimaging research // Frontiers in Neuroinformatics. 2014. Vol. 8. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4033081/>
- [4] **Вайцель С.А., Городничев М.А.** Организация доступа к высокопроизводительным вычислительным ресурсам в HPC COMMUNITY CLOUD // Вестн. Южно-Уральского гос. ун-та. 2014. Т. 3, № 4. С. 205–210.
Vaycel, S.A., Gorodnichev, M.A. Organization of access to high-performance computing resources in HPC COMMUNITY CLOUD // Bull. of the South Ural State Univ. 2014. Vol. 3, No. 4. P. 205–210. (In Russ.)
- [5] **Самоваров О.И., Гайсарян С.С.** Архитектура и особенности реализации платформы UniHUB в модели облачных вычислений на базе открытого пакета OpenStack // Тр. Ин-та системного программирования РАН. 2014. Т. 26, вып. 1. С. 403–420.
Samovarov, O.I., Gaysaryan, S.S. The web-laboratory architecture based on the cloud and the UniHUB implementation as an extension of the OpenStack platform // Proc. of the Institute of System Programming of the RAS. 2014. Vol. 26, iss. 1. P. 403–420. (In Russ.)
- [6] **Foster, I.** Service-oriented science // American Association for the Advancement of Science. 2005. Vol. 308, iss. 5723. P. 814–817.
- [7] **Endrei, M., Ang, J., Arsanjani, A. et al.** Patterns — service-oriented architecture and web services. Available at: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg246303.pdf> (accessed 05.09.2017).

- [8] **Гудов А.М., Завозкин С.Ю., Григорьева И.В. и др.** Научно-инструментарий для решения задач экологии угольного региона // Вестн. Кемеров. гос. ун-та. 2015. Т. 1, № 2. С. 22–29.
Gudov, A.M., Zavozkin, S.Yu., Grigorieva, I.V. et al. Knowledge-intensive software web-tools for solving the problems of the coal region ecology // Bull. of the Kemerovo State Univ. 2015. Vol. 1, No. 2. P. 22–29. (In Russ.)
- [9] **Bondareva, L., Zakharov, Yu., Gudov, A.** Simulation of industrial wastewater treatment from the suspended impurities into the flooded waste mining workings // IOP Conf. Series: Materials Sci. and Eng., Tomsk, 2016. IOP Publ. Ltd, 2017. Available at: <http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/189/1/012011/pdf> (accessed 05.09.2017).
- [10] **Григорьева И.В., Савицкий Ю.В.** Система виртуального лабораторного практикума по параллельным алгоритмам // Вестн. Кемеров. гос. ун-та. 2013. Т. 2, № 4. С. 41–46.
Grigorieva, I.V., Savitskiy, Yu.V. The system of virtual laboratory practice on parallel algorithms // Bull. of the Kemerovo State Univ. 2013. Vol. 2, No. 4. P. 41–46. (In Russ.)
- [11] **Перминов В.А., Гудов А.М., Филатов Ю.М., Ли Х.У.** Математическое моделирование горения газодисперсной смеси горючего газа с частицами // Уголь. 2017. № 10. С. 37–40.
Perminov, V.A., Gudov, A.M., Filatov, Yu.M., Lee, H.Yu. Mathematical simulation of combustion of a gas-dispersed mixture of combustible gas and particles // Ugol — Russ. Coal J. 2017. No. 10. P. 37–40. (In Russ.)

Поступила в редакцию 21 мая 2018 г.

Internet portal for solving scientific and engineering problems

GUDOV, ALEXANDER M., ZAVOZKIN, SERGEY YU., SOTNIKOV IGOR YU.*

Kemerovo State University, Kemerovo, 650000, Russia

*Corresponding author: Sotnikov, Igor Yu., e-mail: mxtfonlife@mail.ru

Goal. The project aimed at designing web-oriented high technology software and hardware complex (engineering and computational portal) to solve scientific and experimental problems which are carried out at Kemerovo State University. The project is considered to be unique, because three options, namely solution of engineering problems, performance of computational experiments based on high performance resources and educational services dedicated to theory and technology of high performance computations are combined.

Methods. The architecture of the engineering and computational portal was designed with the help of a service-oriented method. This method is used to create distributed systems that have services for other systems or other services. The service-oriented method simplifies integration of new components to improve the portal's options. The applied technology of web services is based on the following standards: WSDL — web service description standard, SOAP — web service interaction message format and BPEL — business processes description standard (orchestration), as well as portlet technology.

Results. The following tasks have already been accomplished:

- the web portal has been created on the basis of Liferay web platform;
- the service for user files storage management has been implemented;
- the service to solve flooded mine problem has been implemented;
- “Onlide” system has been developed in order to create software parallel user-code and start it on the basis of high performance resources;
- both components to register computational resources and to allow access to them have been implemented;
- “Virtual Laboratory Practicum” has been integrated as an educational element.

Summary. The described engineering and computational portal is heavily employed at Kemerovo State University in order to perform computational experiments based on the high performance resources and to teach theory and technology of high performance computations.

Future plans are as follows: implementation of the component to interact with the portal experts, “Master” component implementation, that is considered to be a portal guide, implementation of computational resources accounting components, implementation of the high-performance leased components, expansion of computational services list, implementation of the service to solve the problem of gas-dispersion gas/particle mixture combustion that applies Phoenix CFD technology.

Keywords: portal, service-oriented architecture, web services, business processes, high-performance computing, parallel technologies, training, remote programming.

Cite: Gudov, A.M., Zavozkin, S.Yu., Sotnikov I.Yu. Internet portal for solving scientific and engineering problems // Computational Technologies. 2018. Vol. 23, No. 6. P. 35–46. (In Russ.) DOI: 10.25743/ICT.2018.23.6.005.

Received 21 May 2018