

# ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС К СУПЕРКОМПЬЮТЕРУ «УРАН» НА ОСНОВЕ MS SHAREPOINT

Д.Г. Ермаков, А.Ю. Берсенеv

Суперкомпьютерный центр Института математики и механики УрО РАН – это центр коллективного доступа, предоставляющий ресурсы суперкомпьютера «УРАН» научным сотрудникам институтов УрО РАН, ВУЗов и предприятий региона. Суперкомпьютер (вычислительный кластер) работает под управлением ОС семейства Linux (Red Hat) с менеджером ресурсов SLURM (Simple Linux Utility for Resource Management) [1-3].

В настоящее время в ИММ УрО РАН совместно с СО РАН ведутся работы по построению среды облачных вычислений на основе продуктов Microsoft [4]. Одним из ключевых инструментов данной облачной инфраструктуры должен стать портал УрО РАН, развёрнутый на основе MS SharePoint [5]. Одна из задач данного портала состоит в консолидации интерфейсов к различным информационно-вычислительным ресурсам УрО РАН, в том числе требуется создать интерфейс доступа к ресурсам суперкомпьютера. Для вычислительных кластеров под управлением ОС MS Windows Server с установленным HPC Pack в составе SDK предоставляется заготовка веб-части SharePoint для управления задачами, которая после доработки может быть включена в состав портала SharePoint. Для ОС семейства Linux с диспетчером задач SLURM подобных готовых решений найдено не было.

Для создания такого интерфейса предлагается использовать следующее дополнительное программное обеспечение:

- свободно распространяемый пакет решений для MS SharePoint от iLove SharePoint by Christian Glessner [6, 7], а именно Advanced Workflow Actions for SharePoint Designer 2010 (Execute PowerShell Script) и SharePoint Power WebPart 2010;
- свободно распространяемое расширение PowerShell - SSH from PowerShell использующее библиотеку SSH.NET [8, 9].

Взаимодействие средств MS SharePoint и программного обеспечения кластера «УРАН» может строиться по следующим схемам.

**Схема 1. Интерактивная обработка.** На стороне SharePoint создаётся сайт, на странице веб-частей которого размещается Power - веб-часть, служащая контейнером для PowerShell скрипта. PowerShell скрипт, используя объектную модель SharePoint, создаёт форму для ввода данных. Скрипт содержит также обработчик для события, по наступлению которого данные введённые в поля формы отправляются на обработку на суперкомпьютер (рис. 1).

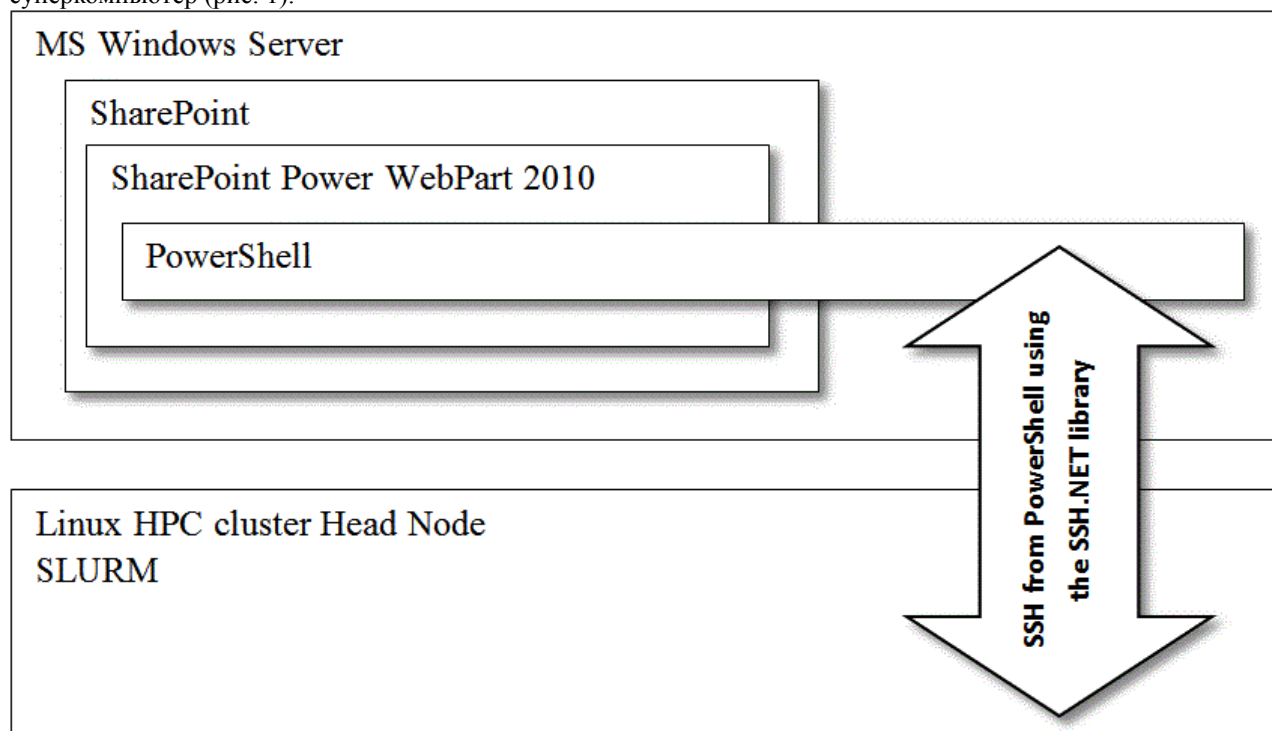


Рис. 1. Взаимодействие страницы веб частей SharePoint с Linux кластером через PowerShell скрипт

В этом обработчике может быть предусмотрен «препроцессор», производящий дополнительную обработку данных и формирующий команды, которые должны быть исполнены на головном узле кластера. Для отправки команд на головную машину кластера скрипт создаёт SSH подключение. После завершения обработки команд на стороне головной машины кластера в скрипт возвращаются код возврата, и сообщения связанные с передачей команд по протоколу SSH, и результаты выполнения команд. Далее эти результаты могут быть подвергнуты дополнительной обработке и отображены на странице веб-частей.

**Схема 2. Пакетная обработка.** На вычислительном кластере «УРАН» используется менеджер ресурсов SLURM. Процедура запуска задач на суперкомпьютере описана в документе [10]. Для запуска задания достаточно сформировать соответствующую командную строку и передать её на выполнение головной машине кластера. Обычно пользователь набирает такую команду вручную в окне терминала.

В этой схеме построения интерфейса на основе MS SharePoint 2010 используются библиотеки InfoPath форм. Шаблон формы готовится средствами InfoPath Designer и публикуется на сайте SharePoint как библиотека. К библиотеке добавляется вычисляемый атрибут, в котором формируется команда запуска задания. Также библиотека расширяется набором атрибутов, соответствующим полям результата команды SLURM sacct.

С библиотекой форм связывается рабочий процесс SharePoint, запускаемый при наступлении события добавления в библиотеку новой записи. Этот рабочий процесс запускает PowerShell скрипт, в котором создается SSH соединение с головной машиной кластера и на стороне кластера запускается требуемая пользователю команда с указанными им параметрами (рис. 2, 3).

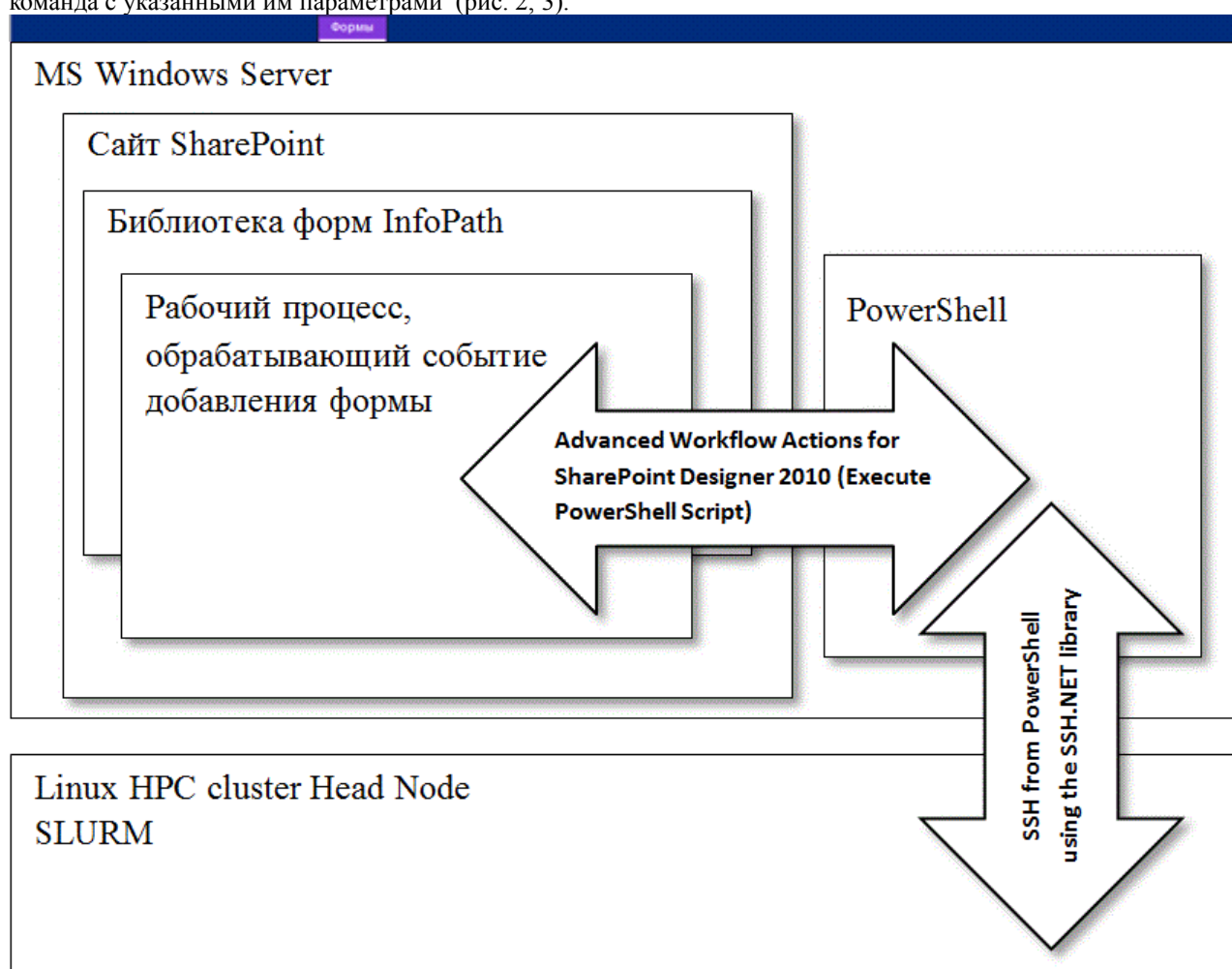


Рис. 2. Взаимодействие рабочего процесса библиотеки SharePoint с головной машиной Linux - кластера через PowerShell скрипт

После того, как была выполнена команда постановки задачи в очередь, в скрипте обрабатываются результаты выполнения этой команды и, если команда выполнялась без ошибок, отслеживается положение задания в очереди. Результаты заносятся в соответствующие атрибуты библиотеки.

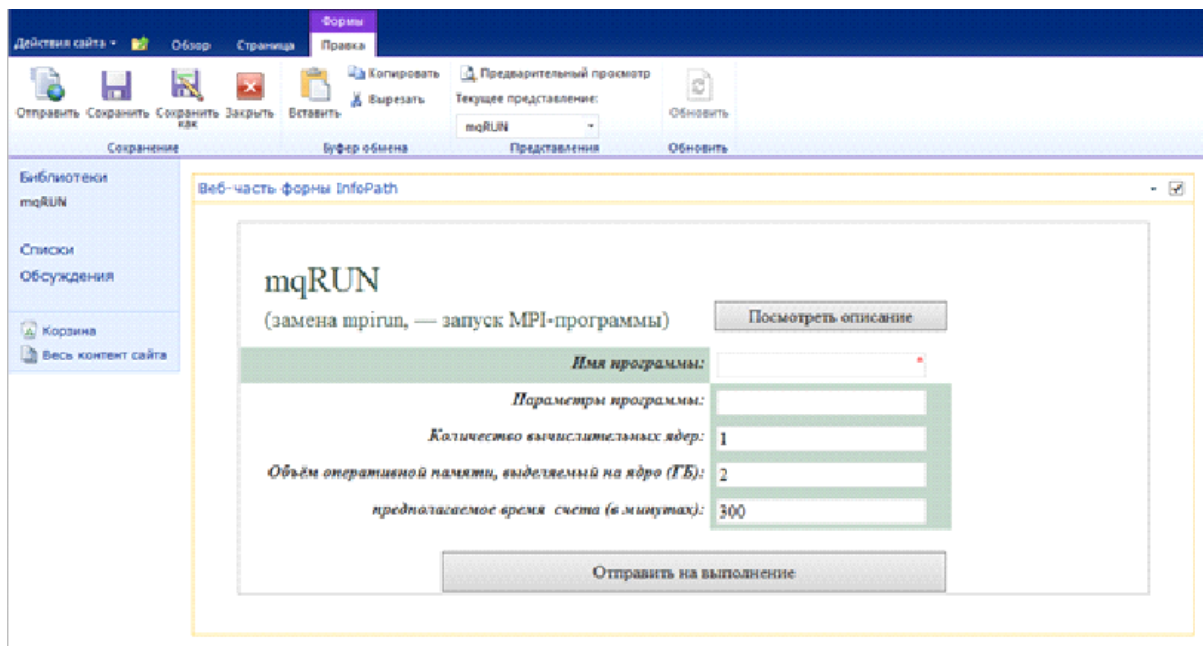


Рис. 3. Пример страницы веб частей SharePoint портала, использующей форму InfoPath для запуска MPI программ посредством SLURM

Если выполнение задания стартовало, скрипт приостанавливает свою работу на некоторое время. После пробуждения выполняется проверка состояния задания, которое записывается в соответствующие поля библиотеки. Пользователь может закрыть окно браузера. Это никак не скажется на процессах выполнения задания. Позже пользователь может снова открыть браузер и узнать состояние задания.

Если необходимо организовать запуск рабочего процесса как реакцию на событие изменения записи, или в ручном режиме, во избежание рекурсивного вызова этого рабочего процесса атрибуты, предназначенные для отслеживания состояния задачи, нужно вынести в отдельный список SharePoint.

**Управление заданиями.** Пользователям важно иметь возможности просмотра состояния заданий и отмены выполнения задания.

Состояние задания отслеживается PowerShell скриптом, запускаемым рабочим процессом SharePoint, стартующим при добавлении в библиотеку вновь заполненной формы, описывающей задание. Однако, могут быть задания, запущенные другими способами, например, в сессии терминального доступа.

Для просмотра состояний заданий и обеспечения возможности отмены задания на странице веб-частей размещаются два экземпляра Power веб-части. Первый экземпляр Power веб-части используется как контейнер для PowerShell скрипта, осуществляющего опрос состояния заданий текущего пользователя командой `Slurm sacct`, и отображение полученных данные на странице веб-частей в виде стандартной таблицы SharePoint. В скрипте также предусмотрены средства для организации взаимодействия веб-частей, аналогично тому, как это описано в [11].

Для вызова команды отмены выполнения задания предназначен второй экземпляр Power веб-части. Эта веб-часть принимает выбранную строку от первой Power веб-части, выделяет из неё идентификатор задания, снимаемого с выполнения, формирует команду `SLURM scancel`, передаёт её на выполнение по протоколу SSH на головную машину кластера, получает результат выполнения этой команды и отображает его на странице веб-частей сайта SharePoint.

**Доступ к данным.** Для удаленного ввода заданий может потребоваться передать на систему хранения вычислительного кластера множество файлов. Все необходимые для выполнения задания файлы могут быть помещены в отдельную библиотеку документов SharePoint.

Система хранения, доступная всем узлам суперкомпьютера, может быть доступна для сервера SharePoint. Тогда можно использовать средства MS Windows Sync Framework и утилиту SyncToy [12, 13] для синхронизации содержимого библиотек SharePoint с системой хранения. Синхронизация может запускаться PowerShell скриптом перед запуском задания и после его завершения.

Таким образом, данные, хранимые в библиотеке SharePoint, не только могут быть переданы для обработки на суперкомпьютере, но и результаты обработки могут быть возвращены пользователям через библиотеку SharePoint.

Хранение исполняемых файлов в библиотеке документов небезопасно и, по умолчанию, запрещено. Однако, в случае необходимости, эту возможность можно разрешить через Центр администрирования SharePoint.

Размер хранимого в библиотеке SharePoint файла не может превышать 2 ГБ. Это может создавать некоторые трудности при необходимости работы с большими массивами данных. Статистика по размерам файлов, хранимых на дисковой подсистеме суперкомпьютера на момент написания статьи, приведена в таблице 1.

Таблица 1. Количество файлов в зависимости от их размера

Размер файла	Количество файлов
Менее 1 КБ	1659472
Более 1 КБ, но менее 1МБ	4974125
Более 1 МБ, но менее 10МБ	110865
Более 10 МБ, но менее 100МБ	27583
Более 100 МБ, но менее 1ГБ	2030
Более 1 ГБ, но менее 10 ГБ	145
остальные	2

Самый большой файл имеет размер 17 ГБ. Как видно из таблицы 1, для большинства пользователей это ограничение не является критическим.

**Безопасность.** Основные задачи информационной безопасности решаются стандартными средствами Active Directory и SharePoint.

Для запуска заданий разработаны утилиты, выполняющиеся на головной машине кластера, например, mqRUN [14]. Эти утилиты могут быть использованы не только через веб-интерфейс, а и другими путями, например, в терминале. Поэтому проверка параметров возложена на эти утилиты.

Редактирование скрипта, хранимого Power веб-частью, разрешено только пользователям с правами администратора фермы SharePoint.

Скрипт, запускаемый рабочим процессом, подписан и хранится в каталоге, недоступном по HTTP протоколу. Доступ к файлам скрипта и вспомогательным файлам предоставлен только разработчику и системной учётной записи, под которой выполняется SharePoint.

Рабочий процесс запускается от имени текущего пользователя SharePoint. PowerShell скрипт, вызываемый рабочим процессом, выполняется под системной учётной записью SharePoint. Идентификатор пользователя, запустившего рабочий процесс, передается в PowerShell-скрипт при вызове его рабочим процессом как параметр.

Для доступа к головной машине кластера в скрипте создаётся соединение по протоколу SSH. При установке соединения сначала выполняется обращение от имени специально созданного пользователя keyfetcher с предъявлением его пароля. Этот пароль хранится в зашифрованном виде в том же каталоге, что и сам скрипт. Далее, на стороне головной машины кластера выполняется специально подготовленный скрипт get\_priv\_key.sh <username>, который по значению пользовательского идентификатора, передаваемого ему как параметр, возвращает сгенерированный для этого пользователя ключ SSH. После получения ключа SSH-сеанс пользователя keyfetcher завершается. Далее создается сеанс от имени пользователя, запустившего рабочий процесс SharePoint, в котором выполняются нужные пользователю команды.

**Заключение.** Предложенный подход применим для построения предметно-ориентированных веб-интерфейсов на основе MS SharePoint. Например, он может использоваться для доступа к средствам прикладных программ типа MATLAB и ANSYS. Также, с некоторыми изменениями, он применим в случае использования кластера под управлением ОС Windows.

Работа выполнена при поддержке грантов: УрО РАН № 12-С-1-1001/3, № 12-П-1-2012.

При проведении работ был использован суперкомпьютер «УРАН» ИММ УрО РАН)

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Yoo, A. SLURM: Simple Linux Utility for Resource Management / A. Yoo, M. Jette, M. Grondona // Lecture Notes in Computer Science. Job Scheduling Strategies for Parallel Processing. Springer-Verlag. 2003. Vol 2862. P. 44-60.
2. Slurm Workload Manager. URL: <http://slurm.schedmd.com> (дата обращения 09.07.2013).
3. Slurm Workload Manager. URL: <http://slurm.net> (дата обращения 09.07.2013).
4. Косяков, Д.В. Проект «Корпоративное облако СО РАН». URL: <http://cloud.sbras.ru> (дата обращения 09.07.2013).
5. Ноэл, М. Microsoft SharePoint 2010. Полное руководство : Пер. с англ. / М. Ноэл, К. Спенс // М. : ООО Издательский дом "Вильямс", 2011. 880 с.
6. Glessner, C. iLove SharePoint. URL: <http://www.ilovesharepoint.com> (дата обращения 09.07.2013).
7. CodePlex Project. Hosting for Open Source Software. iLove SharePoint. URL: <http://ilovesharepoint.codeplex.com> (дата обращения 09.07.2013).

8. SSH from PowerShell using the SSH.NET library. URL: [http://www.powershelladmin.com/wiki/SSH\\_from\\_PowerShell\\_using\\_the\\_SSH.NET\\_library](http://www.powershelladmin.com/wiki/SSH_from_PowerShell_using_the_SSH.NET_library) (дата обращения 09.07.2013).
9. CodePlex Project. Hosting for Open Source Software. SSH.NET Library. URL: <http://sshnet.codeplex.com> (дата обращения 09.07.2013).
10. Параллельные вычисления в УрО РАН. Запуск задач на кластере в системе SLURM. URL: <http://parallel.uran.ru/node/313> (дата обращения 09.07.2013).
11. WebPart Connections With Power WebPart 3.0. URL: <http://www.ilovesharepoint.com/2009/08/webpart-connections-with-power-webpart.html> (дата обращения 09.07.2013).
12. Microsoft Download Center. SyncToy 2.1. URL: <http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=15155> (дата обращения 09.07.2013).
13. Мунро, Дж. Обзор служебных программ. SyncToy. // Microsoft TechNet Magazine. 2007. Март. URL: <http://technet.microsoft.com/ru-ru/magazine/2007.03.utilityspotlight.aspx> (дата обращения 09.07.2013).
14. Параллельные вычисления в УрО РАН. Запуск задач на кластере в системе SLURM. Команда mqrn (замена mpirun, аналог sbatch). URL: <http://parallel.uran.ru/node/313#mqrn> (дата обращения 09.07.2013).