

Учебно-исследовательская и тестовая грид-инфраструктура

С.Д. Белов, В.В. Кореньков, Н.А. Кутовский

e-mail: Nikolay.Kutovskiy@jinr.ru, Лаборатория информационных технологий, ОИЯИ, Дубна

Для выполнения обязательств ОИЯИ в рамках его участия в международных проектах, а также с целью популяризации грид-технологий сотрудниками ЛИТ была создана и успешно используется учебно-исследовательская и тестовая грид-инфраструктура. Кратко, ее задачи можно сформулировать так:

1. обучение разных целевых групп:
 - пользователей Грид,
 - системных администраторов грид-сайтов,
 - разработчиков грид-приложений и сервисов;
2. тестирование функциональности грид-сервисов и отдельных подсистем промежуточного программного обеспечения (ППО),
3. портирование существующих приложений в Грид и разработка грид-сервисов.

Данная инфраструктура функционирует на виртуальных машинах, размещенных на шести физических серверах (см. рис. 1).

На учебный комплекс по работе в среде gLite состоит из трех грид-сайтов ОИЯИ, а также грид-сайтов Института физики высоких энергий — ИФВЭ (г. Протвино, Московская область), Института математики и информационных технологий Академии Наук Республики Узбекистан — ИМИТ АН РУз (г. Ташкент, Узбекистан) и Софийского университета — СУ (г. София, Болгария) со следующим набором сервисов (см. рис. 2):

грид-сайт №1 (имя сайта в информационной системе — RU-JINR):

- интерфейс пользователя (User Interface, UI),
- вычислительный элемент типа lcg-CE с двумя рабочими узлами (т.н. Worker Nodes, WNs),
- элемент хранения данных типа Disk Pool Manager (т.н. DPM Storage Element, DPM SE),
- файловый каталог - LCG File Catalog (т. н. LFC),
- система управления задачами – Workload management system (WMS),

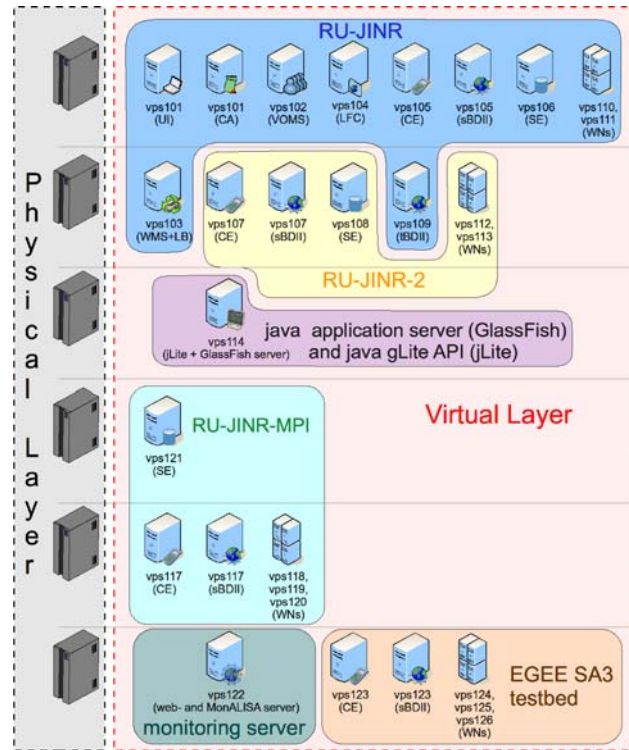


Рис. 1: Схема распределения виртуальных машин по физическим серверам, их функциональное назначение и имена

- сервис сбора и хранения информации о задачах и их статусе – Logging and bookkeeping (LB),
- информационный сервис о ресурсах грид-сайта – site BDII (sBDII),
- информационный сервис о грид-сайтах – top BDII (tBDII);

грид-сайт №2 (RU-JINR-2):

- lcg-CE с двумя рабочими узлами,
- DPM SE,
- sBDII;

грид-сайт №3 (RU-JINR-MPI):

- вычислительный элемент lcg-CE с тремя рабочими узлами и поддержкой Message Passing Interface – MPI (<http://www.mcs.anl.gov/research/projects/mpi/>), для обучения работы с параллельными задачами,

- DPM SE,
- sBDII;

грид-сайт SU-Protvino-IHEP:

- UI,
- lcg-CE с двумя рабочими узлами,
- SE типа dCache,
- WMS,
- LB,
- sBDII;

грид-сайт UZ-IMIT:

- UI,
- lcg-CE с четырьмя рабочими узлами (в ближайшем будущем администраторами этого сайта планируется довести число рабочих узлов до 16), поддерживающими счет параллельных задач,
- WMS,
- LB,
- sBDII,
- tBDII;

грид-сайт BG-SU:

- UI,
- lcg-CE с четырьмя рабочими узлами,
- DPM SE,
- sBDII.

Помимо вышеназванных сервисов, в ОИЯИ также развернуты Сервис управления виртуальными организациями – Virtual Organizations Management service (VOMS), поддерживающий виртуальную организацию edu (от англ. education), и Удостоверяющий центр (УЦ), чтобы созданную инфраструктуру сделать полностью автономной. Для выдачи сертификатов машин и пользователей каждая из организаций-участников этого распределенного учебного полигона использует свой локальный, либо сторонний УЦ, которому все остальные участники доверяют. Также запущены в эксплуатацию веб-сервер с различной информацией, связанной с функционированием данной инфраструктуры (доступен по URL <https://gridedu.jinr.ru>) и мониторинг грид-сервисов, веб-интерфейс которого доступен через указанный ранее URL.

Ведутся работы по созданию грид-сайта в Юго-западном университете "Неофит Рильски" (г. Благоевград, Болгария; название грид-сайта в информационной системе – BG-SWU) и последующему его подключению к уже функционирующему распределенному учебному комплексу.

Данная gLite-среда является ядром автономного полигона, разворачиваемого в рамках обязательств RDIG по деятельности NA3 проекта EGEE-III.

Наличие в инфраструктуре нескольких вычислительных элементов позволяет продемонстрировать обучаемым возможность автоматического выбора системой какого-то одного из них, удовлетворяющего заданным в файле описания задачи критериям (например, с минимальным числом стоящих в очереди задач, с определенным типом системы управления локальными ресурсами, с каким-то конкретным установленным программным обеспечением и т.д.). Присутствие нескольких элементов хранения данных дает возможность показать такую функциональность грид-среды, как копирование данных с одного SE на другой, репликацию (создание копий одного и того же набора данных на разных SE), выбор оптимального CE по отношению к указанному SE и прочее.

Более того, интеграция ресурсов грид-сайта той или иной организации в общую инфраструктуру избавляет от необходимости каждому участнику иметь полный набор сервисов gLite, что уменьшает нагрузку на администратора по поддержанию работоспособности имеющихся на его грид-сайте сервисов. Такие сервисы, как tBDII, WMS, LB, VOMS, LFC могут удовлетворять потребности нескольких, а то и всех участников. Однако из соображений обеспечения надежного и бесперебойного функционирования учебного полигона реализовано дублирование некоторых из вышеупомянутых сервисов.

С момента ввода такого комплекса в эксплуатацию на нем проведены и продолжают проводиться семестровые курсы по грид-технологиям для студентов Учебно-научного центра ОИЯИ – УНЦ ОИЯИ, а также студентов университета "Дубна".

Особенностью обучения разных групп пользователей Грид является возможность возникновения необходимости в проведении занятий по работе в различных грид-средах для каждой из групп, т.е. возможна ситуация, когда будет иметь место потребность в нескольких автономных одновременно работающих грид-инфраструктурах, физических ресурсов для которых может не хватить. Опробованным и зарекомендовавшим себя решением в этом случае является виртуализация, также благополучно примененная и для организации обучения системных администраторов, о чем будет сказано ниже.

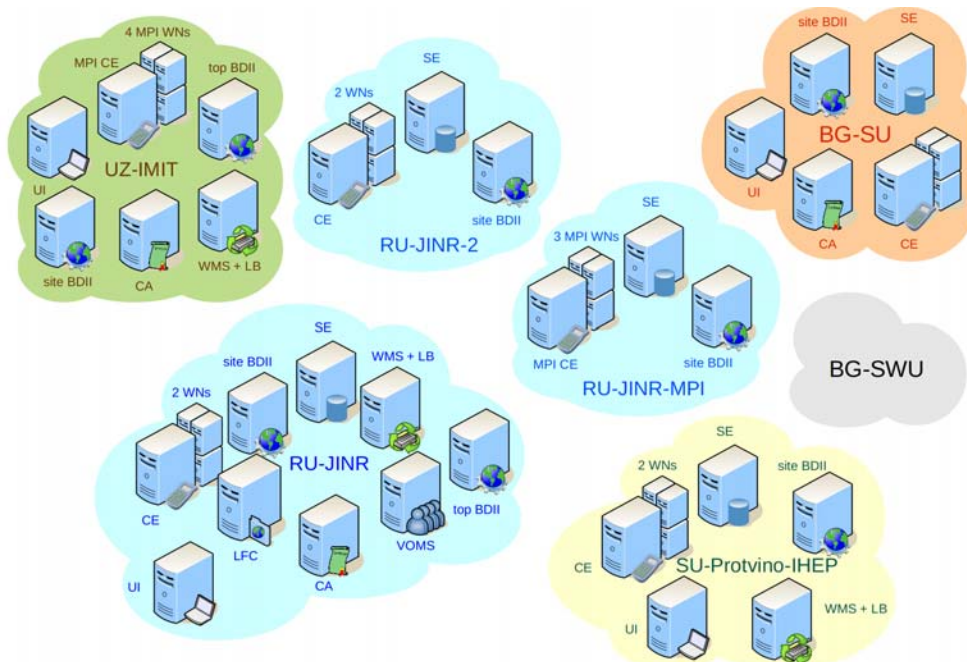


Рис. 2: Схема распределенной учебной инфраструктуры на базе ППО gLite

Для проведения курсов по обучению пользователей работе в среде gLite были разработаны учебные материалы, содержащие как теоретический материал о Грид, так и практические упражнения для работы в этой инфраструктуре.

На данный момент ведутся работы по созданию виртуального университета, который бы выполнял функции образовательного портала для обучаемых, являлся средством для получения доступа к учебной инфраструктуре и методическим материалам, также как и инструментом проверки полученных знаний. Реализовать его планируется на базе сервис-ориентированной архитектуры (Service-oriented Architecture, SOA) с использованием программного обеспечения IBM.

Созданная инфраструктура была успешно применена на практике для решения следующих задач в области Грид, в том числе в рамках выполнения обязательств ОИЯИ в международных проектах EGEE-III и "СКИФ-ГРИД":

1. обучение коллег из ОИЯИ, а также его стран-участниц работе в среде gLite в рамках деятельности по NA3 проекта EGEE-III;
2. обучение студентов университета "Дубна" (с 2007 года) и УНЦ ОИЯИ (в 2009 году) работе в среде gLite;
3. обучение системных администраторов из стран-участниц ОИЯИ установке, настройке и проверке работоспособности грид-сайтов на базе ППО gLite;
4. предоставление разработчикам среды для портирования приложений или создания своих прикладных грид-сервисов, что позволило выполнить следующие работы:

- разработана методика создания грид-приложений на базе архитектуры SOA, а также доказана ее применимость на конкретном примере по консолидации нормативно-справочной информации;
- создано грид-приложение для решения ресурсоемкой задачи кластеризации (соединение вершин графа с минимальным покрывающим деревом);
- адаптированы и отлажены скрипты для запуска параллельных задач, использующих универсальный пакет для молекулярно-динамического моделирования DL_POLY;

5. тестирование конфигулятора YAİM для настройки кластеров на базе ППО gLite с поддержкой MPI в рамках деятельности SA3 проекта EGEE-III;
6. создание системы мониторинга ресурсов участников проекта "СКИФ-ГРИД" (<http://skifmon.jinr.ru>), основываясь на результатах исследований по разработке грид-сервисов для сбора и передачи информации и построение на их основе системы мониторинга распределенных программно-аппаратных комплексов для вычислений и хранения данных в Грид, работающих под управлением ППО UNICORE и системы метакомпьютинга X-Com.

На базе полученного опыта написана документация для системных администраторов по работе с UML, OpenVZ и установке на них грид-сервисов ARC и gLite.