

СОЗДАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ГРИД-СЕТИ «СКИФ»

В.В. Анищенко, А.М. Криштофик, А.Л. Лавриненко, О.П. Чиж

Национальная грид-сеть «СКИФ» создается для решения задач в перспективных областях науки, социальной сферы, промышленности, требующих больших вычислительных ресурсов, объемов памяти. Она создается путем построения грид-сегментов, которые реализуются для решения определенных прикладных задач, решение которых другими, более простыми способами и средствами невозможно или малоэффективно. Прикладные задачи выполняются по одному из направлений, реализуемых в национальных, международных грид-проектах или в рамках программы Союзного государства «СКИФ-ГРИД». Направленность прикладных задач с использованием грид-технологий – научная, социальная сферы, промышленное производство.

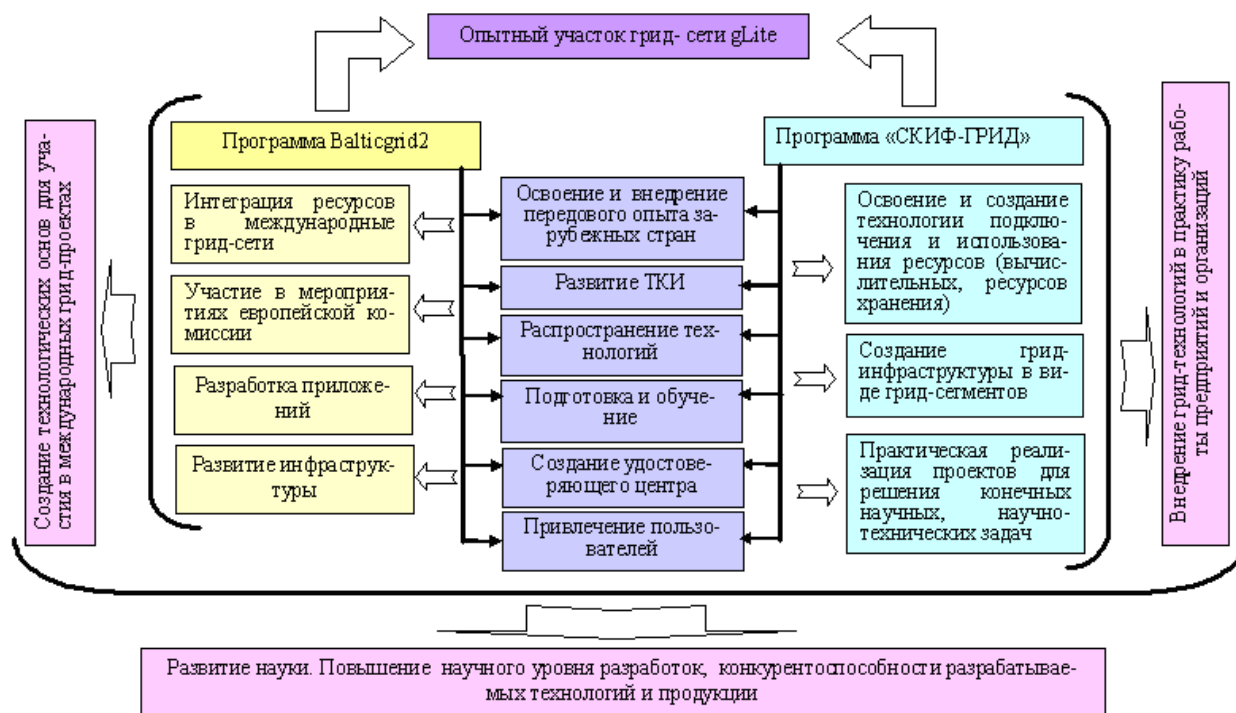


Рис. 1.

Основные задачи, решаемые в рамках создания национальной грид-сети:

- освоение и создание технологии подключения и использования информационных ресурсов (вычислительных, ресурсов хранения) для решения сложных прикладных задач, требующих больших объемов ресурсов, реализующей особенности и свойства грид-технологий с использованием программного обеспечения промежуточного уровня gLite;
- разработка и создание распределенных сегментов грид-сети «СКИФ» для решения сложных прикладных задач, использующих большие объемы информационных ресурсов (вычислительных, ресурсов хранения), необходимых для проведения сложных вычислений, обработки больших объемов данных, визуализации сложных процессов, создания уникальных моделей, реализующих особенности и свойства грид-технологий;
- решение научных, социальных и инженерных прикладных задач с использованием грид-технологий;
- активное внедрение грид-технологий в практику работы современных организаций, внедрение соответствующих грид-сервисов в строящиеся и развивающиеся инфраструктуры научной (социальной), инженерной направленности, предоставляющие услуги по распределенным вычислениям и интенсивным операциям с данными или моделями в широком спектре научных, научно-технических и технологических проектов и программ;
- освоение и широкое внедрение передового опыта зарубежных стран по использованию грид-технологий;
- практическая реализация проектов для решения конечных научных, научно-технических и технологических задач с применением грид-технологий;

- создание перспективных разработок, как основы для возможности получения новых научных результатов, имеющих практическую направленность и позволяющих широко внедрять информационные грид-технологии в практику работы организаций научной, социальной сфер и промышленности, повышающих их эффективность и практическую направленность, выпускать наукоёмкую продукцию для рынка государств-участников Союзного государства и мирового рынка.
- повышение научного уровня разработок, конкурентоспособности разрабатываемых технологий в Республике Беларусь путём внедрения наукоёмких суперкомпьютерных и грид-технологий;
- снижение импортозависимости организаций, путем создания импортозамещаемых технологий.
- интеграция ресурсов в грид-сеть Союзного государства и международные грид-сети;
- создание технологических основ выполнения новых программ и участия в международных грид-проектах.

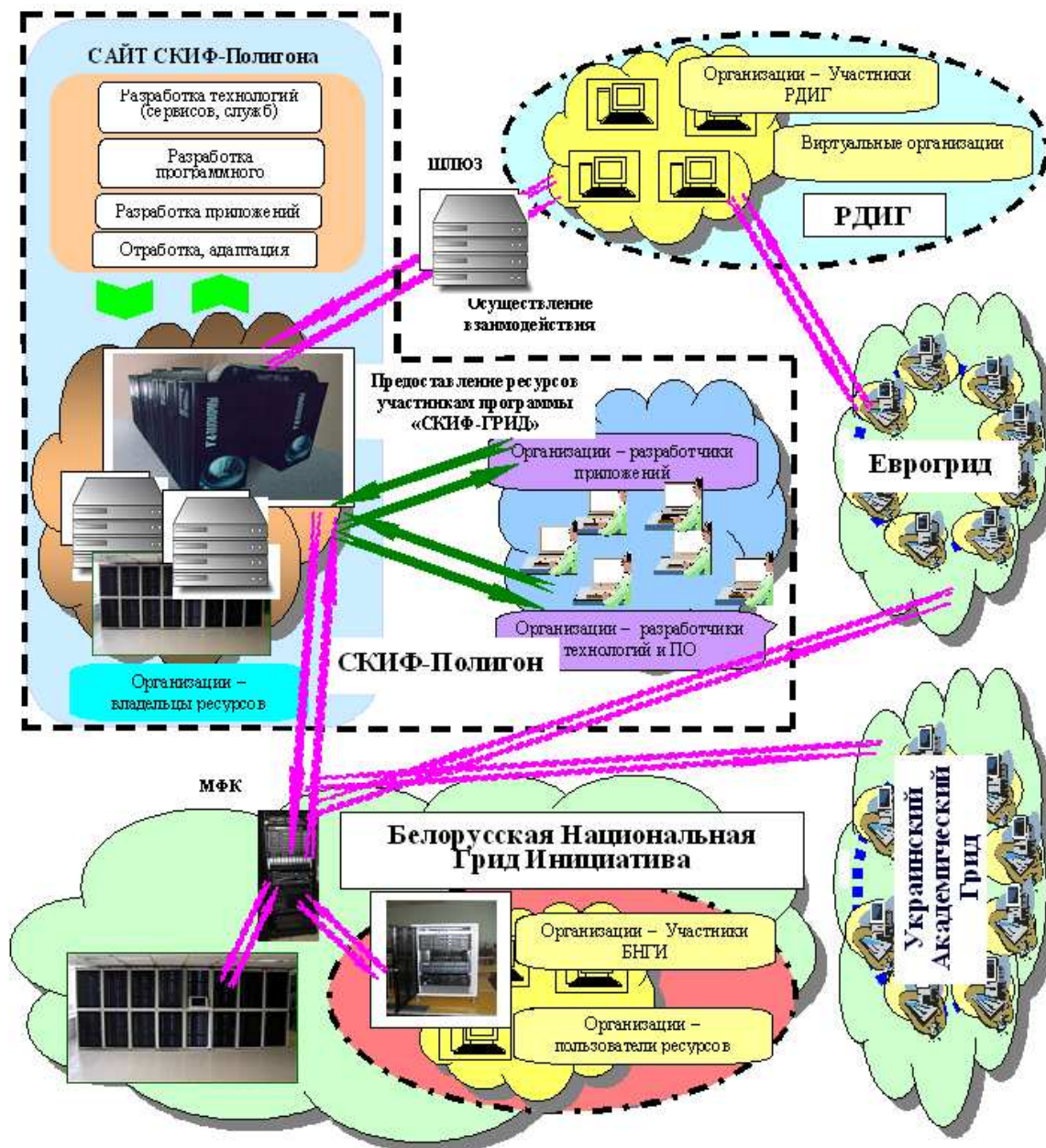


Рис. 2.

Это открывает возможности для решения самых ресурсоемких научных задач, таких как разработка наноматериалов и наноустройств, ядерная физика, разработка лекарств и молекулярная динамика, гидрометеорология, предсказание глобальных изменений климата, космические и инженерные исследования. Создание национальной грид-сети реализуется путем создания национальной грид инфраструктуры различной направленности. Национальная грид-сеть создается по следующим направлениям:

- реализация программы Союзного государства «СКИФ-ГРИД»;

- участие в программах Европейской комиссии;
- выполнение заданий в рамках межгосударственных программ;
- выполнение работ по договорам с организациями;
- развитие научно-образовательной телекоммуникационной инфраструктуры и ее интеграция с европейской научной сетью и сетями организаций и предприятий республики и Российской Федерации;
- привлечение пользователей создаваемых грид-технологий;
- создание и подключение в грид-инфраструктуру ресурсных центров;
- разработка приложений;
- внедрение грид и суперкомпьютерных технологий в практику работы организаций и предприятий.

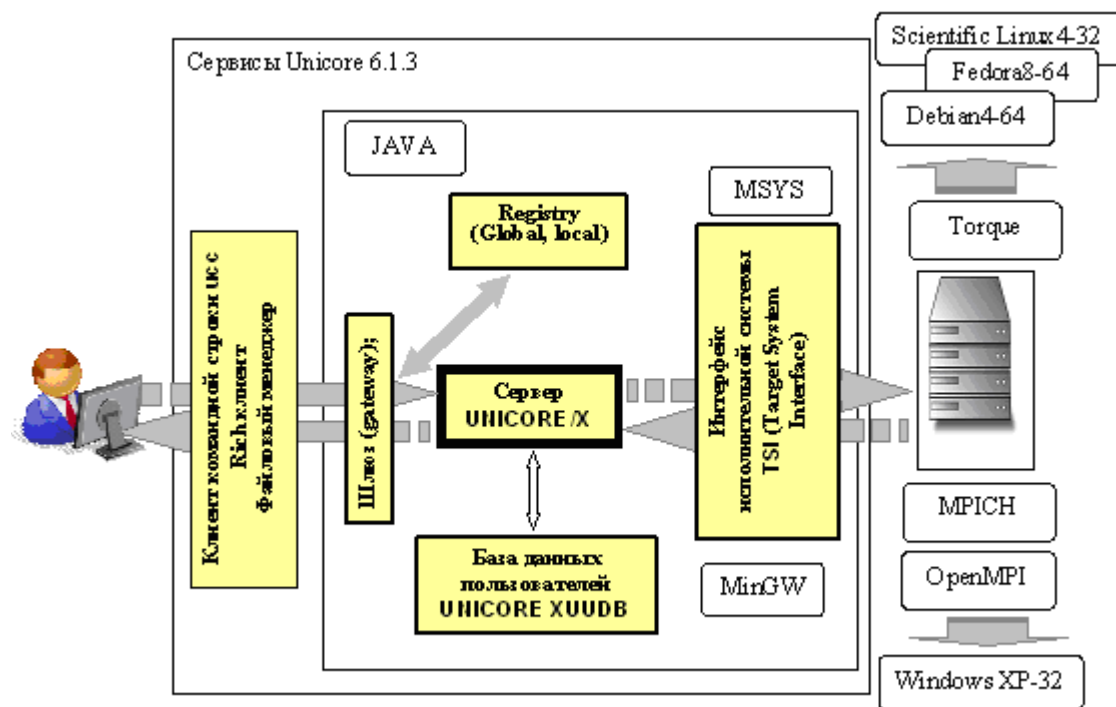


Рис. 3.

Результатом является создание опытного участка грид-сети, интегрированного в белорусско-российский СКИФ-полигон и международные грид-сети. Основные направления использования опытного участка национальной грид-сети «СКИФ»:

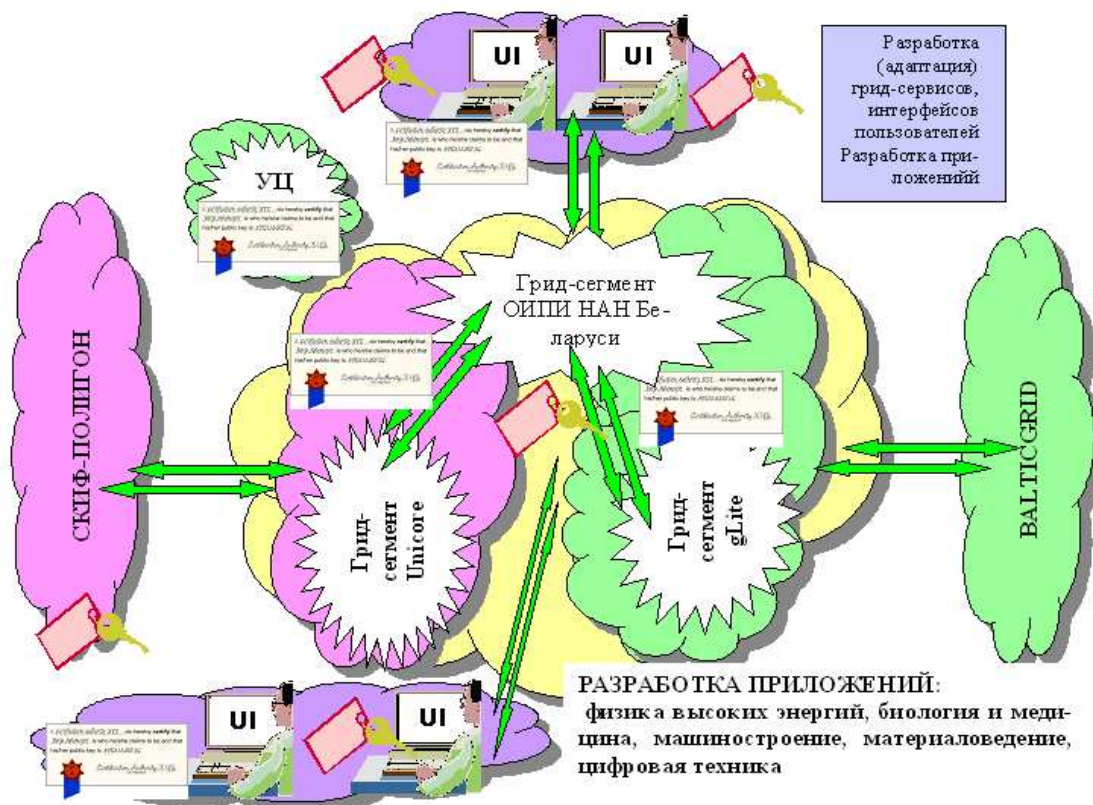


Рис. 4.

- организация эффективного использования ресурсов для небольших задач, с утилизацией временно простаивающих компьютерных ресурсов;
- распределенные супервычисления, решение очень крупных задач, требующих огромных процессорных ресурсов, памяти и т.д.;
- вычисления с привлечением больших объемов географически распределенных данных, например, в метеорологии, астрономии, физике высоких энергий;
- коллективные вычисления, в которых одновременно принимают участие пользователи из различных стран и организаций.

Опытный участок национальной грид-сети создается в виде двух сегментов с программным обеспечением промежуточного уровня gLite - для интеграции ресурсов в международные грид сети, Unicore - для создания национальной грид сети и интеграции с грид-сегментами СКИФ-полигона Российской Федерации.

Грид-инфраструктура опытного участка «СКИФ-gLite» создается в виде четырех отдельных грид-сегментов:

- ВУ-UIIP - грид-сегмента ОИПИ НАН Беларуси на базе ресурсов Республиканского суперкомпьютерного центра;
- ВУ- JIPNR - грид-сегмента ОИЭЯИ-«Сосны» на базе ресурсов суперкомпьютерной установки «СКИФ К-500»;
- ВУ-BSU - грид-сегмента БГУ на базе ресурсов суперкомпьютерной установки «СКИФ К-1000М-05»;
- ВУ-BNTU - грид-сегмента БНТУ на базе ресурсов университета.

На создаваемой инфраструктуре будет развернуто прикладное программное обеспечение для решения задач в физике высоких энергий, материаловедении, проектировании цифровых устройств, машиностроении. Опытный участок грид-сети начал создаваться с 2009 года. На нем разрабатываются приложения по следующим направлениям:

1. моделирование процессов технологического и катастрофического деформирования, взрывной обработки и компьютерного материаловедения;
2. решение задач автоматического проектирования цифровых устройств;
3. моделирование прохождения радиоактивного излучения через многослойные защитные экраны и оценки дозовых нагрузок на человека.

Для выполнения приложений на создаваемой инфраструктуре будут созданы и зарегистрированы в удостоверяющем центре три виртуальных организации «БГУИР – НТЦ БМС», БНТУ- ОХП НИИ ИП», «ОИЭЯИ-Сосны – БГУ».

Для создания сайта gLite используется следующее системное программное обеспечение Scientific Linux CERN 4.6 и gLite 3.1.0.

В настоящее время создан, прошел аттестацию и функционирует программный комплекс удостоверяющего центра грид-системы, построенной на платформе gLite и необходимый набор документов для организации его работы.

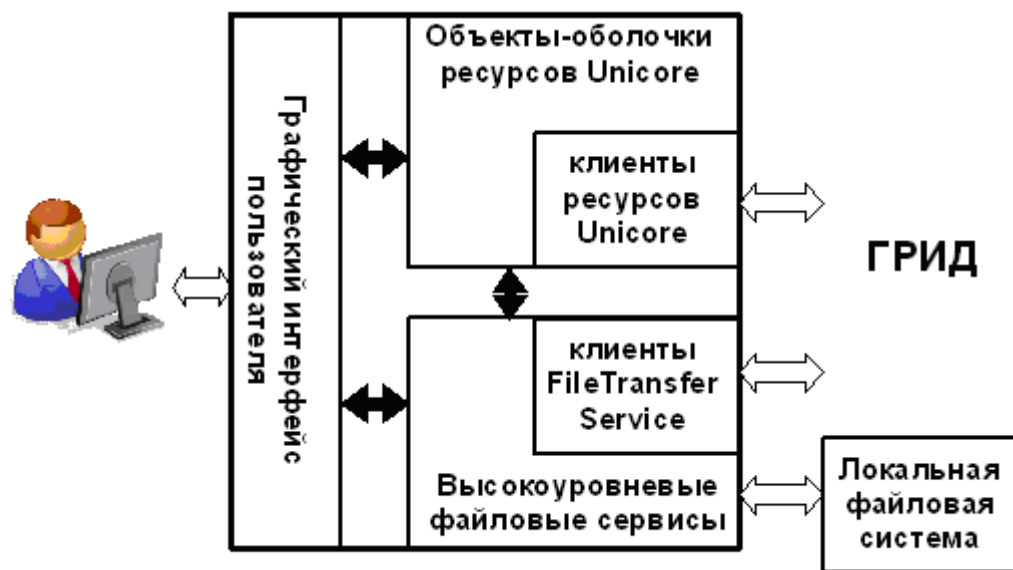


Рис. 5.

При выборе программного обеспечения промежуточного уровня (ПО ПУ) для построения национального грид сегмента было проведено исследование доступных грид разработок: gLite, UNICORE, Globus, MPICH-G2, Condor и X-Com. Оценка ПО ПУ проводилась по следующим критериям [1]:

- доступность исходного кода проекта и соответствующая лицензия, совместимая с задачами программы;
- сравнительно небольшой объем инсталляции (для облегчения установки продукта на множестве разных платформ); простота установки и функционирования (хотя бы для рабочих узлов грид сети);
- проект должен находиться в развитии; распространенность и активность в применении ПО пользователями; предметные области, в которых решаются прикладные задачи;
- поддержка проекта сторонними организациями и сообществом независимых разработчиков;
- достаточно широкий стандартный набор языковых средств программирования (C/C++, Fortran, Java, и т.п.);
- поддержка сред выполнения MPI (Message Passing Interface) программ;
- возможность реализации системы безопасности грид на основе национальных стандартов.

Проведенное исследование ПО ПУ gLite, UNICORE, Globus, MPICH-G2, Condor и X-Com, создание экспериментальных тестовых стендов с установленным ПО ПУ, проведение тестирования грид сайтов и решение тестовой задачи на рабочих узлах грид сегмента позволило сделать следующие выводы:

- Без окончательного определения типа лицензии - X-Com не может являться кандидатом на ПО ПУ программы, хотя решение тестовой прикладной задачи наиболее естественным образом реализуется с использованием данного ПО [2-6];
- У MPICH-G2 и Condor-G нет “коробочного” варианта пакета (что может привести к несовместимости версий отдельных компонент в будущем), а также на данный момент большинство задач для работы в грид не представляется с исходным кодом, что не позволяет в полной мере задействовать их преимущества [7-14];
- gLite наиболее проработанный и самый перспективный вариант с точки зрения развития грид технологий по сравнению с Globus, но сложен в развертывании и требует идентичного операционного окружения Scientific Linux [15-19];
- UNICORE прост в развертывании и позволяет объединять множество разнородных вычислительных ресурсов (кластеров организаций). Текущий недостаток нет единого вычислительного пространства [20-27];
- Для пилотного инженерного грид сегмента при работе в многозвенной архитектуре (подготовка данных-расчет-оптимизация) часть данных может обрабатываться на разнородных архитектурах. На данный момент только ПО ПУ UNICORE обеспечивает естественную поддержку подобных этапов проектирования.

На основании проведенных исследований и обсуждения вопроса в НИВЦ МГУ с российскими учеными платформа UNICORE была выбрана в качестве кандидатуры ПО ПУ для построения национального грид сегмента и создания совместного вычислительного пространства Союзного государства.

Особое значение в данном направлении приобретают работы по разработке (адаптации) средств виртуализации (возможности запуска различных операционных систем на существующем системном программном окружении). Выполнение данных работ позволяет осуществлять гибкое использование аппаратных суперкомпьютерных вычислительных ресурсов нового поколения для различных приложений, разрабатываемых в различных операционных средах.

В рамках выполнения программных мероприятий разработаны:

- программное обеспечение сервисов и средств файлового обмена для распределенных вычислительных сред – файловый диспетчер выполняющий файловые операции между компьютером пользователя и хранилищами Unicore, файловые операции между разными хранилищами Unicore, обеспечивающий визуализацию свойств файлов, визуализацию процесса копирования;
- дистрибутив программного обеспечения промежуточного уровня Unicore, поддерживающий работу пользователей в операционном окружении Linux: Fedora Core 8, Debian 4, Scientific Linux 4 (дополнительные сервисы Torque PBS 2.3.3, Open MPI 1.2.8), Windows XP (дополнительные сервисы MPICH 1.2.5, Min GW 5.1.4, MSYS 1.0.10);
- универсальная система пакетной обработки, реализующая дополнительные службы: мониторинг единого ресурса, планирование заданий пользователей, Учет использования ресурсов (аккаунтинг), осуществляющая прием запросов пользователей, сбор информации от нижележащих систем пакетной обработки, выполнение действий и генерацию ответов, выполняющая функции организации доступа различным группам пользователей и метакластеризации различных кластерных вычислительных систем, разработана программная документация;
- технология оценки состояния ТКИ, обеспечивающей взаимодействие грид-ресурсов, позволяющая проводить визуальную оценку пользователем состояния и загруженности каналов передачи данных интересующего участка ТКИ в грид-сети.

В настоящее время создан, прошел аттестацию и функционирует программный комплекс удостоверяющего центра грид-системы, построенной на платформе UNICORE и необходимый набор документов для организации его работы. Выдано 66 сертификатов из них: 38 сертификатов для хостов/служб, 28 пользовательских сертификатов.

Развитие грид-инфраструктуры Unicore в Республике Беларусь выполняется по двум направлениям:

1. разработка и создание национальной грид-инфраструктуры;
2. разработка и создание белорусско-российских грид-сегментов.

В настоящий момент разработана и согласовывается концепция создания совместных белорусско-российских грид-сегментов, однако эти вопросы в данном материале не рассматриваются.

Функциональный состав опытного участка национальной грид-сети Unicore соответствует направленности выполняемых работ и разработок и объединяет:

1. грид-сегмент ОИПИ НАН Беларуси на базе суперкомпьютерных ресурсов, предназначенный для решения задач научной, социальной и инженерной направленности;
2. региональный распределенный грид-сегмент «СКИФ-Unicore» опытного участка национальной грид-сети для решения задач управления работой электротехнического и теплотехнического оборудования при производстве тепло-электроэнергии, разработки технологии конструирования, модификации и проведения виртуальных испытаний карданных передач автомобильной техники;
3. инженерные грид-сегменты ВУЗов, организаций и предприятий.

Для создания грид-сегментов организаций и предприятий задействованы вычислительные ресурсы ВУЗов, организаций и промышленных предприятий.

Опытный участок национальной грид-сети используется для решения прикладных задач научной (биоинформатика, нанотехнологии, микроэлектроника), социальной (медицина, генетика) и инженерной (машиностроение, станкостроение) направленности. Уже начата разработка приложений с использованием грид-инфраструктуры для промышленных предприятий республики в области энергетики, машиностроения, в которых принимают участие ученые научных учреждений и ВУЗов.

В ОИПИ НАН Беларуси созданы зеркала репозитория программного обеспечения промежуточного уровня gLite и репозиторий программного обеспечения промежуточного уровня UNICORE, образы операционных систем и другое внешнее программное обеспечение, необходимое для подключения и использования вычислительных ресурсов, ресурсов хранения данных.

Центральные грид-сервисы созданы в ОИПИ НАН Беларуси, который выполняет следующие функции:

- 1) создание грид-сайтов, их регистрация, получение сертификатов и подключение вычислительных ресурсов «СКИФ» и систем хранения данных в грид-сеть;
- 2) создание удостоверяющего центра;
- 3) развитие грид-инфраструктуры на ресурсы других организаций;

- 4) выдача сертификатов ресурсов и пользователей участникам белорусской грид-инфраструктуры gLite и UNICORE;
- 5) общее руководство и координация организаций-участников белорусского грид-сегмента;
- 6) создание и поддержка зеркала репозитория программного обеспечения;
- 7) создание и поддержка web-сайта grid.by и информирование о результатах работ;
- 8) участие в международных грид-проектах;
- 9) обучение сотрудников путем участия и проведения семинаров, конференций, школ-семинаров;
- 10) проведение практических занятий по вопросам использования грид-технологий;
- 11) привлечение пользователей.

Таким образом, создание национальной грид-инфраструктуры важный шаг инновационного развития страны, который обеспечит создание научно-технологического задела для широкого распространения и внедрения в практику работы организаций и предприятий новых технологий, требующих больших вычислительных ресурсов, ресурсов хранения данных. Это, в первую очередь, необходимо для разработки машиностроительной техники, развития нанотехнологий и новых материалов, моделирования, оценки и прогнозирования сложных объектов, явлений и ситуаций и во многих других областях практического использования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Чиж О.П., Лавриненко А.Л., Кулешова. Выбор программного обеспечения промежуточного уровня для построения национального грид сегмента
2. Руководство пользователя системы X-Com. <http://x-com.parallel.ru/guide.html>
3. Распределенная суперкомпьютерная среда сверхтерафлопной производительности. (НИВЦ МГУ) <http://fasi.gov.ru/fcp/compl/katalog/IT/IT9.doc>
4. <http://meta.parallel.ru>
5. <http://fasi.gov.ru/fcp/compl/katalog/IT/IT9.doc>
6. <http://x-com.parallel.ru>
7. <http://www.condorproject.org/> или <http://www.cs.wisc.edu/condor/>
8. <http://www.globus.org/toolkit/license.html>
9. <http://www.cs.wisc.edu/vdt>
10. The Open Grid Computing Environments Portal and Gateway Toolkit http://www.collab-ogce.org/ogce/index.php/Main_Page
11. ULGrid <http://www.liv.ac.uk/e-science/ulgrid/index.html>
12. Red Hat представила Linux реального времени <http://www.securitylab.ru/news/309379.php>
13. Red Hat's Linux Automation Delivers 100-Fold Performance Gains with Messaging, Realtime and Grid Technologies <http://www.redhat.com/about/news/prarchive/2007/mrg.html>
14. MPICH-G2 http://www.hpclab.niu.edu/mpi/g2_body.html#credit
15. <http://www.apache.org/licenses/LICENSE-2.0>
16. http://www.eu-egee.org/partners_list и http://www.eu-egee.org/nc_partners_list
17. <http://www.ietf.org/html.charters/pkix-charter.html>
18. The Globus Alliance <http://www.globus.org/>
19. Examples of the Globus Alliance's Impact <http://www-unix.globus.org/alliance/impact/>
20. UNICORE 6 Middleware Allows Extensible SOA <http://www.gridtoday.com/grid/1743413.html>
21. GPE Programming Exercises http://www.unicore.eu/documentation/manuals/unicore6/files/GPE_Programming.pdf
22. Guide to XACML security policies <http://www.unicore.eu/documentation/manuals/unicore6/unicorex/policies.html>
23. Package de.fzj.unicore.wsrfite.security <http://www.unicore.eu/documentation/manuals/unicore6/wsrfite/apidocs/>
24. <http://unicore.sourceforge.net>.
25. <http://java.sun.com/javase/downloads/index.jsp>
26. <http://www.unicore.eu/forum/>
27. de.fzj.unicore.wsrfite.security