

СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ ГРИД-СЕТИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

С.В. Абламейко, В.В. Анищенко, А.М. Криштофик

Введение

В рамках выполнения научно-технической программы Союзного государства «Разработка и использование программно-аппаратных средств ГРИД-технологий и перспективных высокопроизводительных (суперкомпьютерных) вычислительных систем семейства «СКИФ» (шифр «СКИФ-ГРИД») создан опытный участок национальной грид-сети. Для организации взаимодействия ресурсных центров опытного участка национальной грид-сети, автоматизации процесса организации доступа пользователей к ресурсам, контроля состояния и использования ресурсов в рамках выполнения заданий программы созданы: операционный и удостоверяющий центры, ресурсные центры на базе суперкомпьютерных систем Республиканского суперкомпьютерного центра коллективного пользования. Операционный, удостоверяющий и ресурсные центры функционируют в круглосуточном режиме и обеспечивают контроль за состоянием и использованием ресурсов, подключением дополнительных ресурсов и пользователей, обеспечением доступа пользователей к информационным и вычислительным ресурсам.

1. Удостоверяющий центр Национальной грид-сети

Удостоверяющий центр обеспечивает функционирование инфраструктуры открытых ключей, необходимой для использования и предоставления грид-ресурсов в Республике Беларусь. Инфраструктура открытых ключей (ИОК) обеспечивает аутентификацию с помощью открытых ключей и содержит в своей структуре удостоверяющий центр (УЦ), который в свою очередь состоит из сертификационного центра (СЦ) и регистрационного центра (РЦ). СЦ непосредственно издает сертификаты для абонентов УЦ. РЦ проверяют идентификационные данные абонентов и подтверждают запросы на выдачу сертификатов (рис.1).

УЦ выпускает сертификаты для физических лиц, серверов и служб. Физические лица, имеющие право на получение сертификата УЦ ОИПИ НАН Беларуси – это сотрудники, аспиранты и студенты организаций-резидентов Республики Беларусь, вовлеченных в использование или развертывание грид-инфраструктуры.

Удостоверяющий центр ОИПИ НАН Беларуси аккредитован Европейским уполномоченным органом по вопросам функционирования инфраструктуры открытых ключей европейских грид-инициатив (EUGridPMA) в апреле 2009 г. Информация об УЦ ОИПИ НАН Беларуси опубликована в дистрибутиве корневых сертификатов Международной организации IGTF (International Grid Trust Federation) (под именем *ca BYGCA-*.**). Сертификаты, выданные нашим удостоверяющим центром признаны в общеевропейской грид-сети и позволяют пользоваться ее ресурсами. В течение 2009 года удостоверяющим центром выдано 74 сертификата пользователей, включая конструкторов промышленных предприятий, 67 сертификатов хостов и служб. Создан онлайн-репозиторий удостоверяющего центра национальной грид-сети для публикации сертификатов.

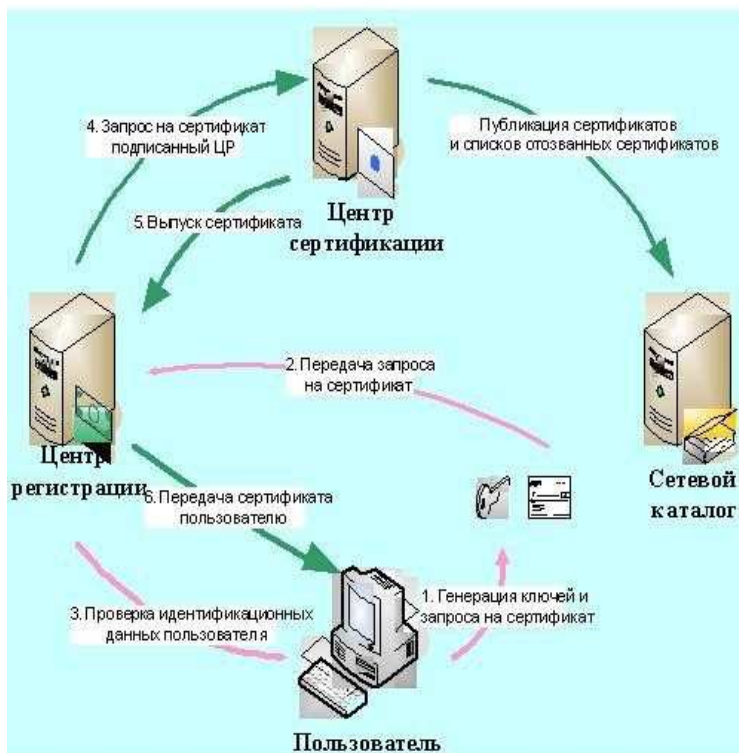


Рис. 1. Порядок выдачи сертификатов

Общепризнанной метрикой востребованности грид-среды является количество используемых в ней сертификатов: с 2008 года удостоверяющим центром выдано более 300 сертификатов для белорусских ученых и инженерно-технических работников. Это значение является очевидным индикатором высоких темпов роста и спроса на грид-технологии в стране, не оставляя ни тени сомнения в важности и значимости проделанной в рамках программы работы по разработке, созданию и обеспечению функционирования удостоверяющего центра национальной грид-сети.

Абоненты центра – это сотрудники, аспиранты и студенты следующих организаций, вовлеченных в использование или развертывание национальной грид-сети: БГУИР, БНТУ, БГУ, ОАО "Минский моторный завод", НИИ физико-химических проблем БГУ, Институт физики им. Б.И.Степанова НАН Беларуси, ОИЭЯИ НАН Беларуси "Сосны", ГГТУ им.П.О.Сухого, ОИПИ НАН Беларуси, УО "ГрГУ им.Я.Купалы", НИИ ИП с ОП, ИБОХ НАН Беларуси, ОАО "Белкард", ПСДТУ РУП "Гродноэнерго", ОАО "КБСП", НТЦ "Белмикросистемы", ИТМО НАН Беларуси, НАН Беларуси, МЗКТ и др.

На рисунке ниже приведена статистика выдачи сертификатов удостоверяющим центром национальной грид-сети.

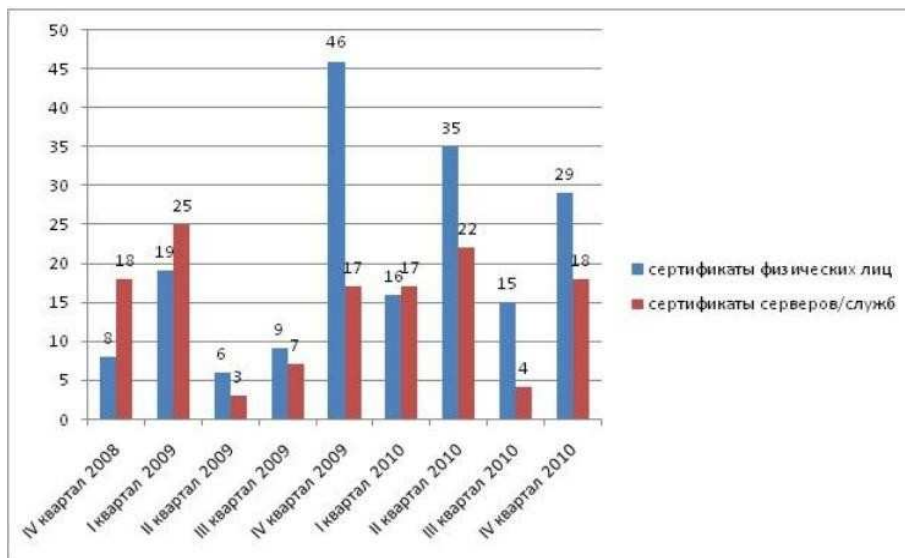


Рис. 2. Диаграмма поквартальной выдачи сертификатов

Наличие в Беларуси аккредитованного и признаваемого международным сообществом удостоверяющего центра обеспечивает научным организациям в регионе возможность получать доступ к консолидированным высокопроизводительным компьютерным ресурсам не только в Союзном государстве, но и во всем мире, а также создает условия для эффективного ведения совместной научно-исследовательской деятельности на международном уровне.

Созданный программный комплекс представляет собой надежный, высокопроизводительный, платформонезависимый, гибкий и модульный центр сертификации инфраструктуры открытых ключей. Программный комплекс разработан на основе Java-технологий и может работать под управлением различных операционных систем, например, таких как GNU/Linux, Windows, Solaris, FreeBSD, MacOS. Основное функциональное назначение программного комплекса удостоверяющего центра – выпускать сертификаты для абонентов, серверов и служб национальной грид-сети. Созданный программный комплекс функционирует в строгом соответствии с основным нормативно-техническим документом удостоверяющего центра – Политикой применения сертификатов и регламентом, который также разработан в рамках задания. Программный комплекс поддерживает решение следующих важных задач, без которых невозможна эффективная работа инфраструктуры открытых ключей: обработка запросов на выдачу сертификатов, утвержденных регистрационным центром; издание, распространение и хранение сертификатов открытых ключей и списков отозванных сертификатов открытых ключей; изготовление и обеспечение жизненного цикла (хранение, приостановление действия, возобновление, отзыв) самоподписанного (корневого) сертификата открытого ключа; обработка запросов на отзыв сертификатов открытых ключей; отзыв сертификатов открытых ключей; обеспечение доступности списка отозванных сертификатов открытых ключей; ведение реестров действующих и отозванных сертификатов открытых ключей; ведение архивов сертификатов открытых ключей и списков отозванных сертификатов открытых ключей; регистрация владельцев личных ключей; регистрация запросов на выдачу и отзыв сертификатов открытых ключей.

Программный комплекс удостоверяющего центра имеет модульную структуру и состоит из подсистемы хранения данных; модуля регистрационного центра; модуля сертификационного центра; модуля аудита действий администратора; модуля онлайн-репозитория.

2. Операционный центр Национальной грид-сети.

Операционный центр национальной грид-сети (Веб-сайт Операционного центра - www.noc.grid.by, единый реестр грид-ресурсов и пользователей грид-сети, служба мониторинга ресурсов, служба учета ресурсов; служба единого файлового пространства) обеспечивает управление и поддержку функционирования национальной грид-инфраструктуры: разработка структуры управления грид-сетью и процедур управления грид-сетью, таких как функционирование операционного центра, взаимодействие с центром выдачи сертификатов, функционирование сети и взаимодействия с сетевым провайдером, функционирование базовых и вспомогательных грид-сервисов, поддержка пользователей грид-сети, создание и удаление пользователей, ресурсных центров и грид-сервисов; развертывание серверов и служб обеспечивающих работу сервисов ОЦ и корневых сервисов грид-сети; ведение и учет пользователей и ресурсов грид-сети (рисунок 3). Сервисы национальной грид-сети, поддерживаемые операционным центром: Удостоверяющий центр; единый реестр грид-ресурсов и пользователей грид-сети; служба мониторинга ресурсов; служба биллинга ресурсов; служба единого файлового пространства.



Рис. 3. Операционный центр и его взаимодействие

Веб-сайт Операционного центра <http://noc.grid.by> обеспечивает дружелюбный для пользователя веб-интерфейс к службам тестирования и мониторинга, а также непосредственно к сайту ОЦ. На сайте расположены информация, необходимая для регистрации пользователей грид-сети, сервисов и ресурсных центров, документация и ссылки, необходимые для развертывания грид и работы в грид-среде.

Единый реестр грид-ресурсов и пользователей грид-сети необходим для учета пользователей и ресурсов грид-сети. Информация, хранящаяся в едином реестре, необходима для координации работ сотрудников ОЦ. Сервер БД единого реестра грид-ресурсов является информационной системой для UNICORE-сегмента национальной грид-сети. Информация из этой БД используется веб-сайтом ОЦ, системой тестирования и мониторинга, системой учета ресурсов, а также при необходимости может быть использована любым другим грид-сервисом.

Служба мониторинга ресурсов <http://noc.grid.by/ganglia> позволяет полностью в автоматическом режиме проводить мониторинг компонентов грид-среды. Интерфейс системы доступен пользователю грид-сети как веб-служба и предоставляет информацию о работоспособности грид-среды, как в графическом виде, так и при помощи специализированных клиентских команд.

Служба тестирования и проверки работоспособности ресурсов <https://noc.grid.by/nagios> позволяет полностью в автоматическом режиме проводить тестирование компонентов грид-среды, сетевой инфраструктуры, работоспособности серверов и корректности работы грид-служб (рис.4). Интерфейс системы доступен по SSL сертификату пользователя грид-сети, работает как веб-служба, предоставляет информацию о работоспособности грид-среды, как в графическом виде, так и при помощи системы оповещения на электронный ящик менеджера операционного центра грид-сети.

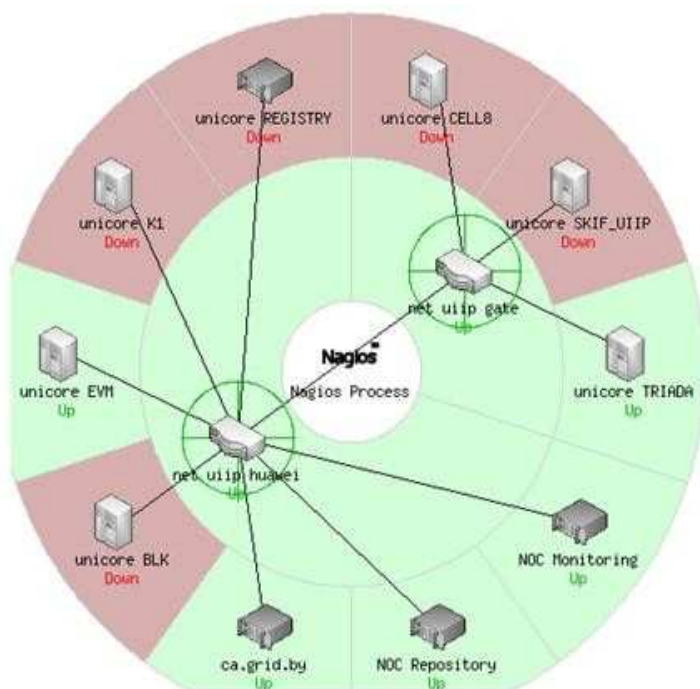


Рис. 4 Общий вид системы мониторинга сервисов и тестирования Nagios

Служба единого файлового пространства `gsiftp://storage.grid.by` – ресурс, предназначенный для безопасного и надежного хранения и обмена данными в рамках национальной грид-сети. Особенностью сервиса является использование параллельных каналов, которые позволяют распределить данные по независимым TCP потокам.

Система анализа, статистики и учета вычислительных ресурсов необходима для контроля использования национальной грид-сети. Она позволяет точно установить пользователя, время выполнения и использованные ресурсы грид-сайта каждого запущенного в грид-задания, визуализировать информацию: статистика, сайты, пользователи, сертификаты, тарифы, задачи (рис. 5).

Итого по периоду

- Заданий: 433
- Время выполнения: 2:36:54
- Время SPEC: 13251600
- Стоимость: 770854.79

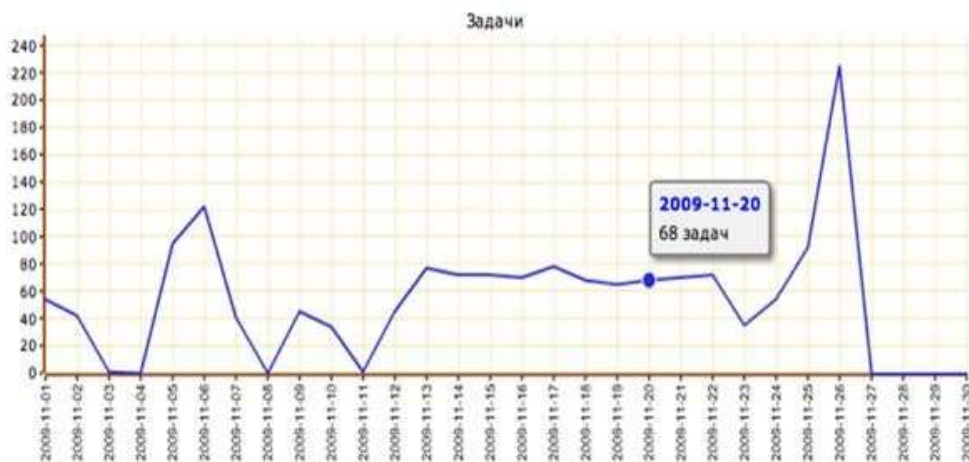


Рис. 5 Статистика учета задач пользователей

Данная система состоит из служб агрегации, устанавливаемых на каждом грид-сайте, и головного сервера, выполняющего следующие функции: получение информации со служб агрегации; анализ пришедших текстовых данных и занесение в базу; обработка пользовательских запросов.

Каждый пользователь идентифицируется в системе посредством личного сертификата и персонального пароля. Система производит аутентификацию нескольких категорий пользователей, в соответствии с чем определяется их уровень доступа.

Для обеспечения безопасности системы головной сервер, службы агрегации и пользователи взаимодействуют по зашифрованному каналу с аутентификацией посредством сертификатов. Для входа в систему анализа, статистики и учета ресурсов пользователю необходимо импортировать хранилище сертификатов в браузер.

Кроссплатформенность позволяет использовать систему анализа, учета и статистики на платформах Linux и Windows.

Система анализа, статистики и учета ресурсов использует базу данных, в которой зафиксированы все выполненные в грид задания, и о каждом из них известно следующее: время запуска задания; время завершения задания; сертификат пользователя, запустившего задание; исполняемый файл задания или название приложения; количество использованных процессоров (и других ресурсов).

Эти данные позволяют генерировать отчеты об использованных пользователями грид-ресурсах, собирать статистику использования грид по заданным промежуткам времени.

Для работы системы анализа, статистики и учета ресурсов на компьютере пользователя должен быть установлен любой веб-браузер, рекомендуемым для работы с системой является Mozilla Firefox.

Создана группа управления национальной грид-сетью Операционного центра, которая осуществляет прием заявок и принимает решение: о создании и удалении пользователей грид-сети; о принудительном удалении и аннулировании сертификатов пользователей при нарушении правил работы, о создании ресурсных центров, о принудительном прекращении работы ресурсного центра; осуществляет прием заявок и принимает решение: о создании и удалении грид-сервисов грид-сети; о принудительном удалении и аннулировании сертификатов грид-сервисов грид-сети при нарушении правил работы; обеспечивает безопасность работы корневых грид-сервисов; ведет учет пользователей и ресурсов грид-сети.

3. Контроль и управление ТКИ грид-сети

Для выполнения функций контроля и управления ТКИ грид-сети созданы:

национальный сетевой координационный центр (NNCC), выполняющий функции мониторинга сети и

хранилищ данных; изучения и идентификации возникающих сетевых проблем; взаимодействия с Центральным сетевым координационным центром (CNCC) и Национальными сетевыми координационными центрами; уведомление грид-пользователей об инцидентах безопасности и реализованных решениях; взаимодействия с сервис-провайдерами относительно регламентных работ; тестирования и апробации новых решений для нестандартной высокоскоростной или масштабированной TCP-передачи данных, полная реализация возможностей полосы пропускания сети; взаимодействия через CNCC с глобальными европейскими мониторинговыми инфраструктурами; разработки и реализации политик безопасности и обработки инцидентов безопасности согласно директивам CNCC;

группа реагирования на инциденты безопасности (BG-IRT), выполняющая функции разработки и реализации политик безопасности, оперативного реагирования на инциденты безопасности, анализа инцидентов безопасности и разработки рекомендаций по усилению безопасности, публикации публично доступной статистики по реагированию на инциденты безопасности;

Реализована и внедрена технология оценки состояния ТКИ, обеспечивающей взаимодействие грид-ресурсов (рисунок 6). Сущность технологии состоит в возможности оценки состояния и загруженности каналов передачи данных в грид-сети. Пользователь грид-сети выбирает интересующий участок ТКИ и визуально проводит анализ ее состояния.

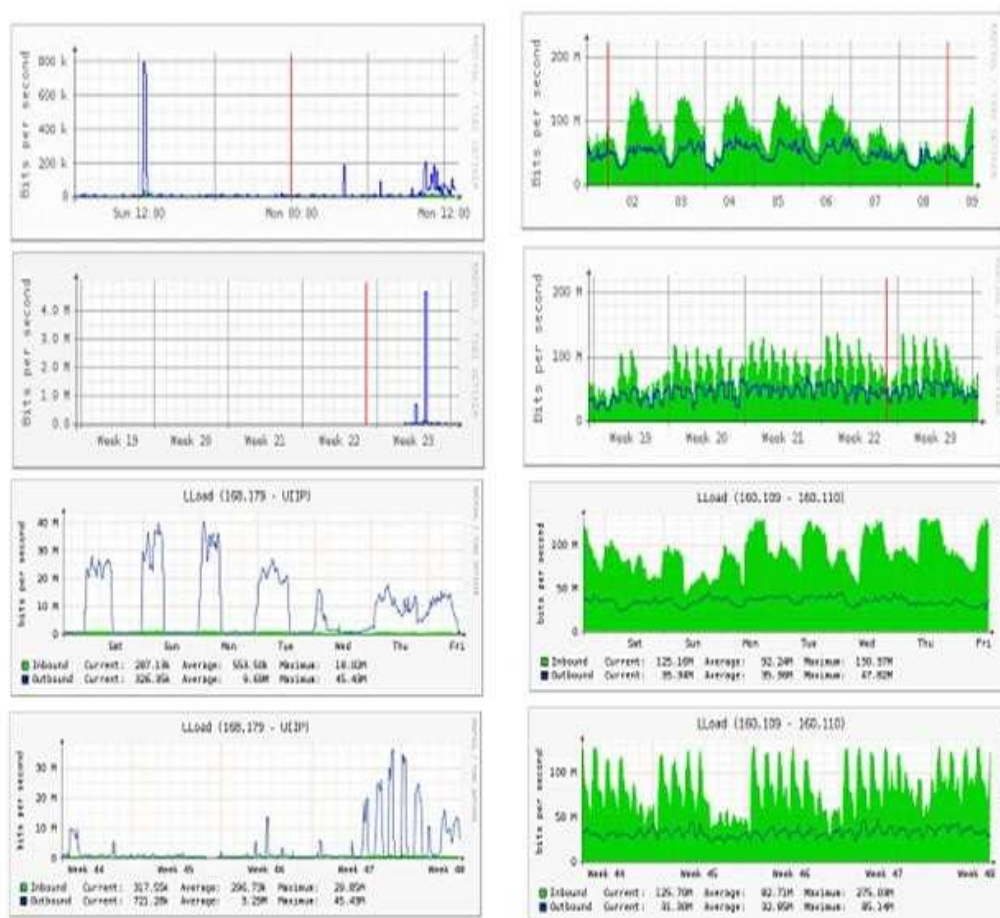


Рис. 6. Оценка состояния ТКИ

Заключение

При создании Национальной грид-сети большое внимание уделено вопросам контроля и управления. Созданная структура и аппаратно-программная платформа обеспечивают организовать управление и контроль за состоянием и использованием ресурсов, подключение дополнительных ресурсов и пользователей, обеспечение доступа пользователей к информационным и вычислительным ресурсам.