

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ТЕСТИРОВАНИЯ, МОНИТОРИНГА И АККАУНТИНГА В СОВРЕМЕННЫХ ГРИД-СИСТЕМАХ

Abstract. The problems of effective using testing, monitoring and accounting subsystems of modern GRID infrastructure are discussed. An example of Ukrainian National Grid (UNG) is analyzed.

Введение. Постоянно растущие потребности в мощных вычислительных ресурсах привели к бурному развитию грида по всему миру, и украинского сектора грид в частности [1]. Грид-инфраструктура является сложной распределенной технической системой, поэтому для ее успешной эксплуатации необходимы автоматизированные средства наблюдения за состоянием и использованием [2].

К таким средствам относятся системы тестирования, мониторинга и аккаунтинга, с использованием которых неизбежно сталкиваются все грид-пользователи. Пользователям Украинского национального грида (УНГ) в том числе необходимы навыки владения такими системами для эффективного применения грид-технологий, а также для успешного взаимодействия с европейскими партнерами.

Анализ последних исследований и публикаций показывает, что в литературе недостаточно широко освещены вопросы использования систем тестирования, мониторинга и аккаунтинга как в УНГ, так и в европейском грид-сообществе European Grid Infrastructure (EGI).

Целью настоящей работы является исследование принципов функционирования систем тестирования, мониторинга и аккаунтинга на примере украинской грид-инфраструктуры. Основное внимание при этом направлено на практические аспекты применения данных систем украинскими грид-пользователями.

1. Общие сведения. Современные распределенные системы, такие как грид-инфраструктуры, являются сложными техническими системами. Для обеспечения эффективности и качества их функционирования необходимы автоматизированные средства тестирования, контроля состояния и использования. Для эффективного управления грид-инфраструктурой, выявления сбоев и планирования развития необходима информация как о ее текущем состоянии, так и история изменения параметров во времени. Функциональность систем, предназначенных для получения такой информации можно разделить на три взаимосвязанных класса:

- тестирование – контроль работоспособности грид-узлов и предоставляемых ими сервисов путем регулярного запуска соответствующих тестовых заданий;

- мониторинг – непрерывное наблюдение за состоянием ресурсов и сервисов грида, а также за ходом выполнения вычислительных заданий (запуск, ожидание в очереди, выполнение, завершение и т.п.);

- аккаунтинг – сбор и хранение информации о параметрах доступности и надежности вычислительных ресурсов, а также учет их использования участниками грид-сообщества (количество потребленного процессорного времени, дискового пространства, прикладного ПО и т.п.).

Следует отметить, что перечисленные выше функции являются близкими как по назначению, так и с точки зрения технической реализации, поэтому в данной области наблюдается их частичное перекрытие, а также неоднозначность в используемой терминологии. Типичной является ситуация, когда один и тот же сетевой сервис выполняет несколько, или даже все указанные функции одновременно.

С другой стороны, схожая по решаемым задачам функциональность может выполняться как общеевропейскими сервисами, так и локальными подсистемами национального уровня. Как следствие, в области грид-вычислений наблюдается определенная избыточность при реализации операций мониторинга, тестирования и аккаунтинга.

2. Тестирование. С целью контроля объектов систем распределенных вычислений и осуществляемых ими услуг, как правило, используется прием, заключающийся в периодическом удаленном запуске специальных тестовых заданий с целью проверки работоспособности соответствующих объектов и сервисов.

На рис. 1 приведен экран портала оценки готовности грид-сайтов УНГ [3] на базе платформы мониторинга компьютерных систем и сетей с открытым кодом Nagios [4]. Следует заметить, что вход на данный интернет-ресурс открыт только для авторизированных пользователей, обладающих действующим грид-сертификатом установленного международного образца.

На рис. 2 приведен экран этого же портала, отображающий текущее состояние сервисов (Service Detail) грид-сайтов Украинского национального грида. Как видим, в настоящее время данной системой выполняются следующие тесты:

- *Authentication Test* – тест аутентификации на грид-сайте посредством сервиса gsiftp;

- *Certificate Test* – тест на наличие на грид-узле действующего сертификата серверной части (хост-сертификата) программного обеспечения промежуточного уровня (middleware) ARC, разработанного северо-европейской коллаборацией Nordugrid, которое является одним из стандартов де-факто грид-овского программного обеспечения в УНГ [5];

- *GCC* – проверка наличия на грид-сайте компилятора с открытым кодом GCC и получение его версии;

- *GridFTP Test* – тест работоспособности системной службы GridFTP серверной части ПО ARC;

- *Host Alive* – проверка связи с грид-сайтом посредством ping-теста;

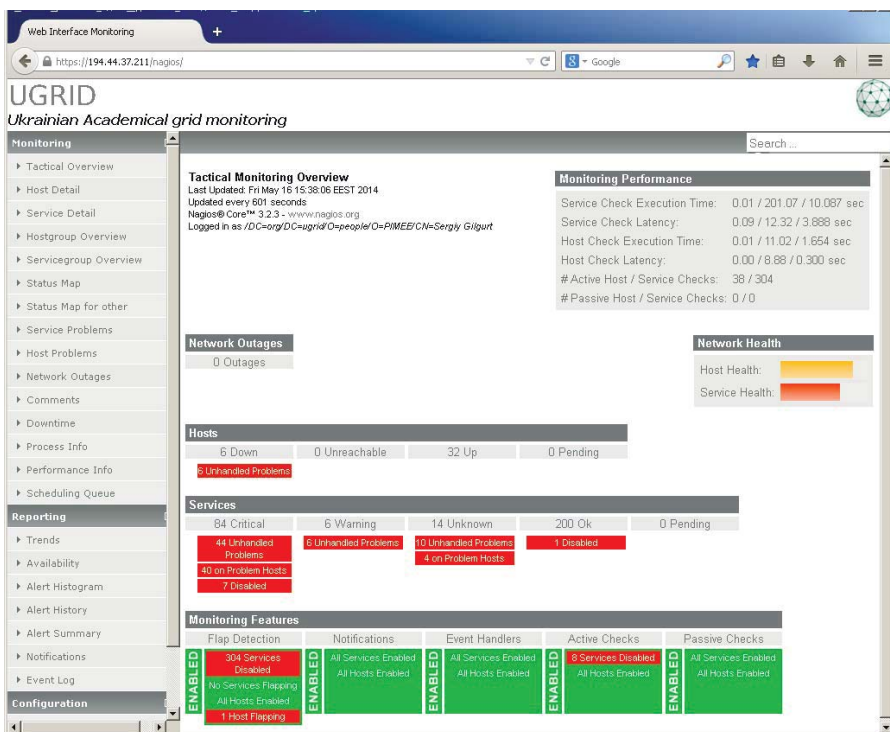


Рис. 1. Портал оценки готовности грид-сайтов УНГ.

• *InfoSys* – проверка работоспособности и корректности настройки информационной системы ARC InfoSys;

• *JobSubmit* – запуск на выполнение небольшого тестового грид-задания;

• *SoftVer* – запрос версий компонентов программного обеспечения грид.

Как указывалось ранее, доступ к информации системы оценки готовности грид-сайтов УНГ на базе платформы Nagios разрешен только для авторизованных грид-пользователей. В целях предоставления информации о результатах выполнения рассмотренных выше тестов всем заинтересованным лицам, данная информация вынесена в портал виртуальной организации (ВО) "Инфраструктура".

Данная ВО создана и поддерживается для решения следующих задач [6]:

• обеспечение предоставления стандартов грид-сервисов для виртуальных организаций УНГ;

• обеспечение надежности функционирования УНГ;

• обучение пользователей грида и администраторов грид-сайтов

• создание технических условий для вхождения УНГ в международные грид-сообщества.

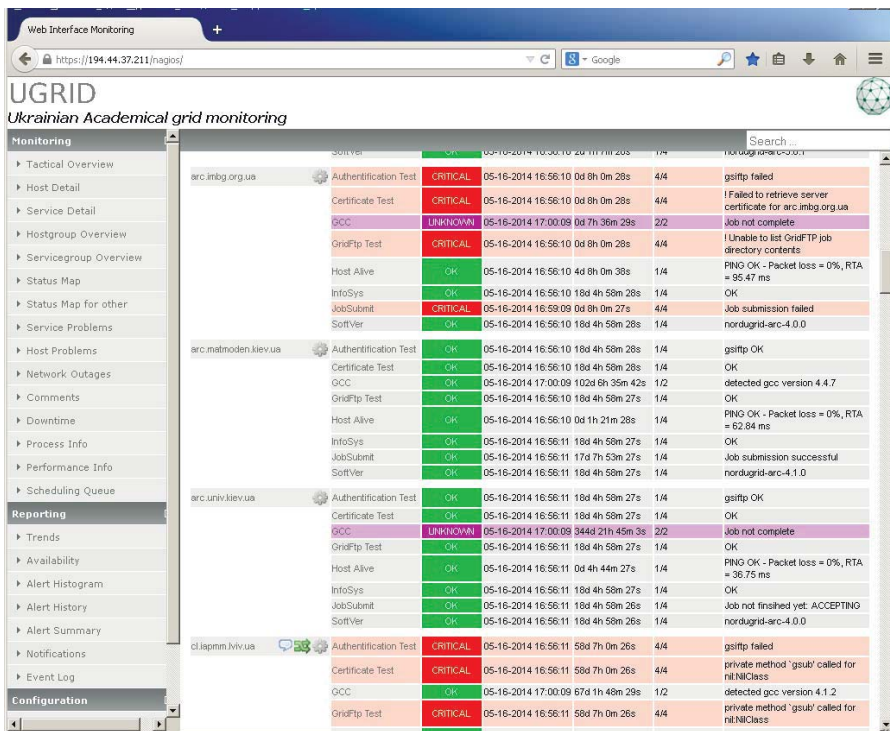


Рис. 2. Экран состояния сервисов грид-сайтов УНГ.

На рис. 3 приведен внешний вид страницы "Сводная таблица мониторинга ресурсов" данного портала, на которой в компактной и наглядной форме представлены данные о прохождении тестов на грид-сайтах украинского грид-сообщества. В этой же таблице приводится итоговая оценка состояния грид-ресурса:

- "DONE" – все тесты проходят успешно;
- "Warning" – некоторые тесты, не являющиеся критическими, не выполняются;
- "Critical" – не выполняются жизненно важные тесты, ресурс неработоспособен.

3. Мониторинг. Для эффективной реализации распределенных вычислений грид-пользователю необходимо знать основные характеристики доступных ресурсов, чтобы выбрать из них подходящие для выполнения своей задачи. Наиболее важной информацией для этого является следующие сведения:

- список поддерживаемых виртуальных организаций;
- аппаратная архитектура вычислительного комплекса;
- общее количество вычислительных узлов, выделенных для решения грид-задач, и количество свободных из них в текущий момент;
- версия используемой операционной системы;
- набор установленных специализированных программных пакетов.

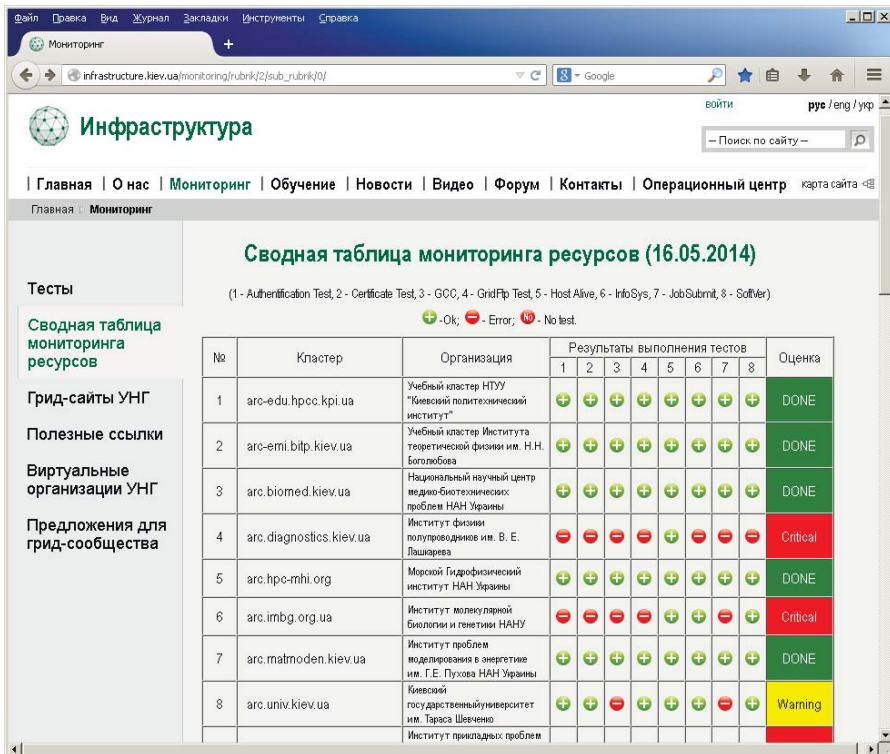


Рис. 3. Экран результатов тестирования грид-сайтов УНГ.

При выборе ресурсов для запуска задач важно также принимать во внимание состояние сервисов подходящих ресурсных центров, а также базовых грид-сервисов инфраструктуры.

Рассмотрим, каким образом украинские системы мониторинга обеспечивают необходимой информацией грид-пользователей.

На рис. 4 приведен экран одной из мониторинговых системы УНГ – GridMon [7].

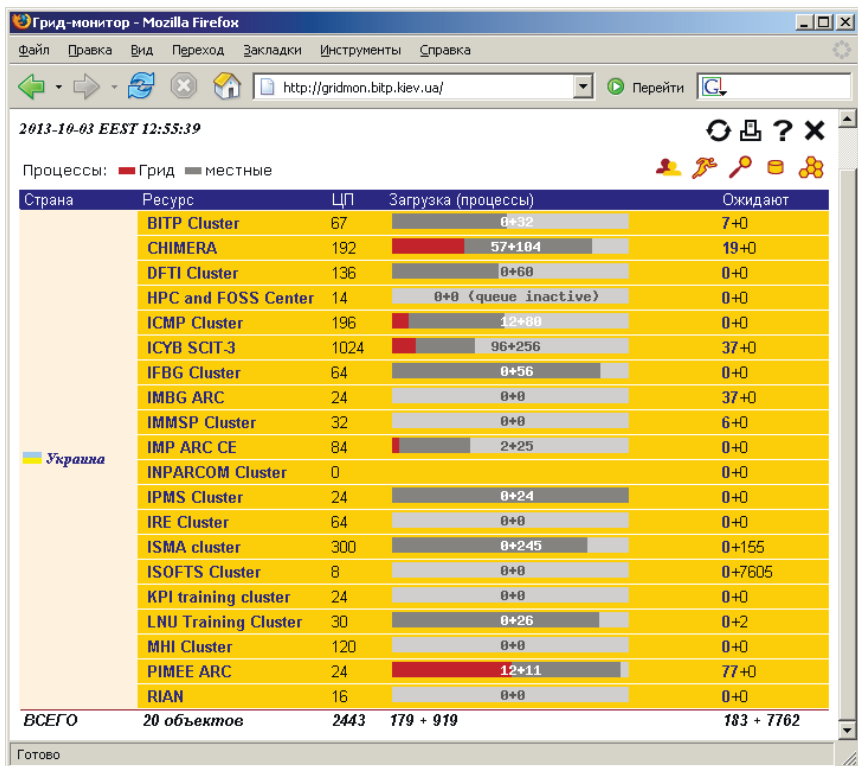


Рис. 4. Экран мониторинга грид-сайтов УНГ.

В таблице, выводимой на данном веб-ресурсе, приводится имя грид-сайта, число процессорных ядер, предоставляемых данным ресурсом грид-пользователям, полосковый индикатор, отображающий число ядер, занятых грид-вычислениями и локальными задачами, а также количество удаленных и локальных заданий, ожидающих в очереди. Например, согласно данным, приведенным на рисунке, грид-ресурс "PIMEE ARC" (грид-узел ARC Института проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАН Украины) предоставляет для проведения удаленных вычислений 24 процессорных ядра, 12 из которых в момент копирования веб-страницы были заняты выполнением грид-заданиями, а 11 – локальным задачами, запущенными непосредственно пользователями кластера, на базе которого функционирует грид-сайт. При этом еще 77 задач внешних грид-пользователей ожидают запуска в очереди грид-заданий.

Следует отметить, что большинство отображаемых элементов на рассмотренной выше веб-странице являются интерактивными. Так, нажатие на имя грид-ресурса открывает таблицу с его характеристиками. Из данной

таблицы можно извлечь, в частности, следующие сведения:

- доменное имя, по которому доступен ARC-сервер грид-узла, а также сетевое имя управляющего узла базового кластера и его аппаратная архитектура;

- количество доступных процессорных ядер и их распределение по вычислительным узлам;

- количество занятых и свободных процессорных ядер;

- объем жесткого диска и дискового кэша;

- объем жесткого диска, доступный для удаленного использования;

- признак однородности ресурса (однотипности процессорных ядер);

- список допущенных виртуальных организаций;

- тип и версия операционной системы;

- тип и версия системы управления пакетной обработкой (СУПО), используемой на грид-узле;

- тип и версия промежуточного ПО;

- ограничение по умолчанию на продолжительность грид-сессии;

- некоторые системные параметры рабочей среды, позволяющие определить установленные специализированные программные пакеты;

- имя центра сертификации, выдавшего грид-сертификат хоста;

- название и почтовый индекс организации-владельца вычислительного кластера и грид-узла;

- контактный адрес электронной почты лица, ответственного за работоспособность грид-ресурса.

Здесь же приводится таблица, отображающая выполняющиеся и ожидающие в очереди грид-задания. Окно с аналогичной таблицей по грид-заданиям отображается при нажатии на полосковый индикатор на веб-странице мониторинговой системы УНГ.

Нажатие на пиктограммы в правом верхнем углу страницы позволяет вывести окна с данными по всем пользователям украинского грид-сегмента, список активных пользователей УНГ, окно поиска грид-ресурса по заданным параметрам, список грид-хранилищ, список виртуальных организаций.

3. Аккаунтинг. Для эффективного управления грид-инфраструктуры, а также для ее дальнейшего успешного развития необходимо анализировать информацию о том, как грид-ресурсы используются пользователями. Задачи аккаунтинга во многом перекликаются с задачами мониторинга. В частности, при аккаунтинге также собирается информация о наличии и доступности вычислительных ресурсов. Однако, в отличие от мониторинга, для которого эти сведения важны, прежде всего, в оперативном режиме, для аккаунтинга характерно долгосрочное накопление информации с целью формирования интегральных оценок, характеризующих, с одной стороны, надежность показатели грид-ресурсов, с другой – степень активности и эффективности работы грид-пользователей.

Рассмотрим особенности работы такого грид-сервиса на примере

аккаунтинговой системы SGAS украинской грид-инфраструктуры [8].

На рис. 5 приведена главная веб-страница данной системы.

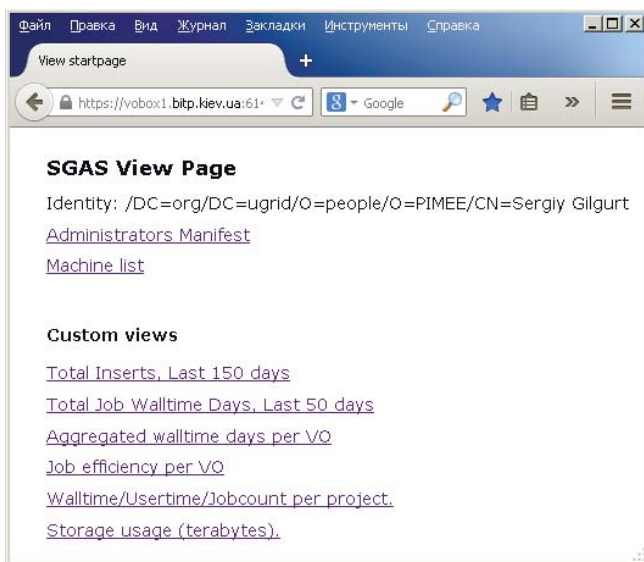


Рис. 5. Главный экран аккаунтинговой системы SGAS.

В верхней части страницы отображается регистрационное имя (Distinguished Name – DN) пользователя, осуществившего вход (доступ к этой системе разрешен лишь авторизованным пользователям, обладающим действующим грид-сертификатом, а также два пункта меню: "Administrators Manifest" и "Machine list". По первой ссылке можно получить общую информацию о базе данных SGAS и сведения о всей грид-инфраструктуре в целом. В частности, отображается общее количество входов украинских грид-пользователей за каждые из последних 9 суток. По второй ссылке открывается список всех грид-сайтов УНГ, каждое из наименований в котором является ссылкой на отдельную страницу, посвященную соответствующему ресурсу. Перейдя по ссылке, можно получить сведения о первом и последнем на текущий момент входе грид-пользователя на данный узел, общем числе пользователей и ВО, от имени которых они заходили, за все время регистрации ресурса в системе SGAS. Приводится также число грид-заданий посуточно за последние 11 дней, а также списки наиболее активных пользователей и ВО за текущий месяц.

По ссылкам в разделе "Custom Views" предоставлены данные о числе грид-заданий, общем времени их выполнения и распределении этого времени между ВО за последние 150 дней, а также об использовании грид-хранилищ.

Таким образом, аккаунтинговая система позволяет вести учет как

вычислительных ресурсов и их доступности, так и активности виртуальных организаций и персонально каждого из грид-пользователей.

При анализе данных, предоставляемых аккаунтинговыми системами необходимо учитывать следующий эффект. Поскольку, как говорилось выше, при тестировании грид-ресурсов используются механизм регулярного запуска небольших служебных заданий, для получения объективной картины необходимо вычестить их количество из общего числа запусков грид-заданий, выдаваемых системой. Технически реализовать такую коррекцию несложно, поскольку все параметры тестовых заданий известны.

Выводы. В данном исследовании на примере инфраструктуры Украинского национального грида проанализированы средства тестирования, мониторинга и аккаунтинга высокопроизводительных распределенных вычислительных сетей. Уточнены и разграничены цели и функции, выполняемые такими системами. Предложено определение каждого из этих трех понятий.

Полученные результаты позволяют пользователям украинского сегмента грид более эффективно и профессионально применять вычислительные ресурсы УНГ для решения ресурсоемких задач, включая крупные научно-исследовательские и прикладные проекты, как отечественные, так и международные.

1. Практикум з грид-технологій: навчальний посібник / А.І. Петренко, С.Я. Свістунів, Г.Д. Кисельов – К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 580 с.
2. ГридННС Мониторинг и Аккаунтинг // Информационный портал ОИЯИ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://grid.jinr.ru/?page_id=749 – Загл. с экрана. – (Дата обращения: 16.05.2014).
3. UGRID. Ukrainian Academical grid monitoring [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://194.44.37.211/nagios> (требуется наличие грид-сертификата) – Загл. с экрана. – (Дата обращения: 16.05.2014).
4. Nagios [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nagios.org> – Загл. с экрана. – (Дата обращения: 16.05.2014).
5. Advanced Resource Connector // NORDUGRID [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.nordugrid.org/arc> – Загл. с экрана. – (Дата обращения: 16.05.2014).
6. Инфраструктура [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://infrastructure.kiev.ua> – Загл. с экрана. – (Дата обращения: 16.05.2014).
7. Грид-монитор [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://gridmon.bitp.kiev.ua> – Загл. с экрана. – (Дата обращения: 16.05.2014).
8. SGAS View Page [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://vobox1.bitp.kiev.ua:6143/sgas/view> (требуется наличие грид-сертификата) – Загл. с экрана. – (Дата обращения: 16.05.2014).

Поступила 24.02.2014г.