

Архитектурные концепции проекта NextGRID

Дэвид Снеллинг и др.

NEXTGRID ARCHITECTURAL CONCEPTS

David Snelling

Fujitsu Laboratories of Europe Limited, Hayes, Middlesex, UB4 8FE, United Kingdom

david.snelling@uk.fujitsu.com

Ali Anjomshoaa, Francis Wray

EPCC, University of Edinburgh, Edinburgh, EH9 3JZ, United Kingdom

ali@epcc.ed.ac.uk, f.wray@epcc.ed.ac.uk

Achim Basermann

NEC Europe Limited, C&C Research Laboratories, D-53757 Sankt Augustin, Germany

basermann@ccri-nece.de

Mike Fisher

BT Group Chief Technology Office, London, EC1A 7AJ, United Kingdom

mike.fisher@bt.com

Mike SurrIDGE

IT Innovation Centre, Southampton, SO16 7NP, United Kingdom

ms@it-innovation.soton.ac.uk

Philip Wieder

Central Institute for Applied Mathematics, Research Centre Julich, 52425 Julich, Germany

ph.wieder@fz-juelich.de

http://www.nextgrid.org/download/publications/NextGRID_Architectural_Concepts.pdf

Ключевые слова: Грид-архитектура, Соглашение об Уровне Обслуживания, Грид служба.

Аннотация.

В данной работе рассматривается концептуальная модель архитектуры проекта NextGRID. Для того чтобы облегчить общее понимание архитектуры и её реализации, эта концептуальная модель описана в виде набора архитектурных принципов и простой декомпозиции архитектуры.

1. Введение

Проект NextGRID – это попытка воплотить видение концепции **гридов будущего**, которые жизнеспособны в конкретных экономических условиях; в которых возможно использование новых и существующих моделей бизнеса; упрощаются и облегчаются процессы разработки, развёртывания и сопровождения приложений; а также содержатся средства, обеспечивающие безопасность и конфиденциальность бизнесу, потребителям и обществу.

Цель и главная задача проекта NextGRID'a состоит в том, чтобы выявить наиболее существенные свойства архитектуры Грида Следующего Поколения. Это создаст условия для активного распространения потока грид-технологий и их широкого восприятия организациями и отдельными людьми во многих областях бизнеса и жизни общества. Кроме решения вопросов, касающихся концепций архитектуры гридов, архитектура проекта NextGRID облегчит разработку ключевых компонент промежуточного программного обеспечения, механизмов поддержки приложений, ноу-хау и стандартов, которые лежат в основе Гридов Следующего Поколения.

2. Архитектурные принципы инфраструктуры NextGRID'a

Архитектурные принципы проекта NextGRID определяют общие характеристики архитектуры NextGRID и в общих чертах описывают её ключевые компоненты. Эти принципы отражают *индивидуальную особенность* (personality) NextGRID-архитектуры. Основные архитектурные принципы проекта NextGRID выражаются в следующем:

- **динамически управляемое Соглашение об Уровне Обслуживания:** Все взаимодействия в инфраструктуре NextGRID'e выполняются на основе Соглашения об Уровне Обслуживания (SLA - *Service Level Agreement*), которое создаётся динамически и нацелено на обеспечение гарантии того, что взаимоотношения между поставщиком (провайдером) и потребителем чётко определены и понятны. Такой основанный на использовании SLA подход применяется при всех взаимодействиях служб, и именно посредством этого обеспечивается унифицированная инфраструктура для управления и функционирования во всех аспектах, касающихся **качества обслуживания (QoS – Quality of Service)**;
- **конструирование и композиция служб:** Будучи динамической инфраструктурой, NextGRID предоставляет обширные возможности для конструирования и композиции служб. Эти возможности включают традиционную композицию интерфейсов, различные формы оркестровки создаваемых рабочих потоков и поддержку динамического расширения возможностей служб;

- **минимальная инфраструктура сервиса:** Предполагается, что каждая служба, действующая в исполнительской среде NextGRID'a может рассчитывать на поддержку некоей минимальной инфраструктуры услуг. Эта инфраструктура проявляется в виде ряда возможностей, например, таких, как ведение системных реестров служб или управление сроком жизни службы, которые доступны либо непосредственно в исполнительской среде, либо обнаруживаются с помощью обращения к службам поиска того же ранга, что и служба, запрашивающая услугу.

2.1. Динамически управляемое соглашение об уровне обслуживания

В успехе NextGRID-архитектуры будет заинтересован широкий круг стейкхолдеров (агентов влияния), который охватывает крупные многонациональные промышленные корпорации, большие национальные организации, поставщиков услуг, малые и средние предприятия, академические институты и отдельных конечных пользователей. Вероятнее всего, что во взаимодействиях будут вовлечены комбинации этих участников.

SLA покрывает весь жизненный цикл взаимодействия с сервис-провайдером, начиная с переговоров об QoS, которое предполагает получить потребитель, далее ввода в действие (развертывания), исполнения и мониторинга службы и, наконец, её вывода из эксплуатации.

2.1.1. Обзор соглашений об уровне обслуживания

В проекте NextGRID предполагается, что SLAs должны использоваться для установления взаимоотношений между поставщиками услуг и потребителями. Нарушая SLA, ни провайдер услуг, ни потребитель не извлекут из этого какой-либо существенной выгоды. Напротив, потребители не получают тот сервис, который они требуют, а репутация поставщика будет нанесен ущерб. Поэтому предполагается, что необходима некая инфраструктура, внимание которой, главным образом, сосредоточено на обеспечении общего уровня обслуживания в терминах выполняемого бизнеса, и в меньшей степени - на мониторинге каждого элемента каждой транзакции в отдельности.

Мы считаем, что SLA является ключевой компонентой, которую необходимо учитывать на всех стадиях жизненного цикла обеспечения обслуживания. Политики управления обслуживанием, механизмы его мониторинга и срок действия желаемого качества обслуживания, предлагаемые потребителю, должны быть установлены в то же самое время, когда служба проектируется и разрабатывается. Это гарантирует, что всегда будет доступна информация, необходимая для обеспечения тех уровней QoS, на которые потребитель будет рассчитывать, вступая в соглашение с поставщиком об использовании службы.

2.1.2. Структура и содержание SLA

SLA оформляется и существует между двумя партнёрами: поставщиком услуг и потребителем. При создании устойчивой к ошибкам и недвусмысленной инфраструктуры SLA, необходимо привлекать доверенные сторонние структуры, которые проводят независимую верификацию передаваемой потребителю информации мониторинга, иметь возможность сокращать и изменять эту информацию на основе договорённости между поставщиком и потребителем, осуществляющим свой собственный, взаимно согласованный мониторинг.

Поэтому в работах по проекту NextGRID много внимания уделено такой структуре SLA, которая могла бы обеспечивать всю информацию, необходимую другим компонентам, в некотором стандартном, структурированном формате, который позволяет автоматизировать обработку и сделать это экономно. Мы рассматриваем, что SLA содержит не только информацию о конкретных гарантиях, предлагаемых при проведении данного обслуживания, то есть, о том, что мы определяем, как *динамические условия*, но также и том, что касается коммерческой конъюнктуры предоставляемых услуг, такие условия мы называем *статическими условиями*.

Статические условия описывают политику, имеющую место в той среде, в которой обслуживание будет подготовлено и выполнено. Они незначительно отличаются во многих SLA, заключаемых между двумя сторонами. В то же время, в динамических условиях, мы оперируем терминами более высокого уровня, которые ближе к тем, что понятны потребителям и приложениям. Гарантии предлагаются, именно, в этих терминах.

Уровни обслуживания должны определяться в терминах ценности услуг, предоставляемых потребителю. По-видимому, нет резона экспонировать, какие именно компьютерные ресурсы будут использоваться для предоставления обслуживания, поскольку такая информация не представляет особой ценности для потребителя. Конечно, поставщик услуг должен знать, как управлять этими ресурсами, чтобы удовлетворить конкретные требования потребителя, и какие последствия на уровне бизнеса возникнут, если при выполнении этих требований возникнет дефицит ресурсов.

Чтобы реализовать такую работу, нужны механизмы преобразования, иллюстрируемые на Рисунке 1: необходимо преобразовать цели бизнес-уровня, определённые в SLA, в настройки такой политики управления ресурсами, которая может быть применена на техническом уровне внутри исполнительской среды провайдера услуг, а затем представить информацию, полученную в ходе мониторинга технического уровня, в виде утверждений бизнес-уровня, которые могут быть сопоставлены с условиями SLA и использованы для организации осмысленной обратной связи с потребителем.

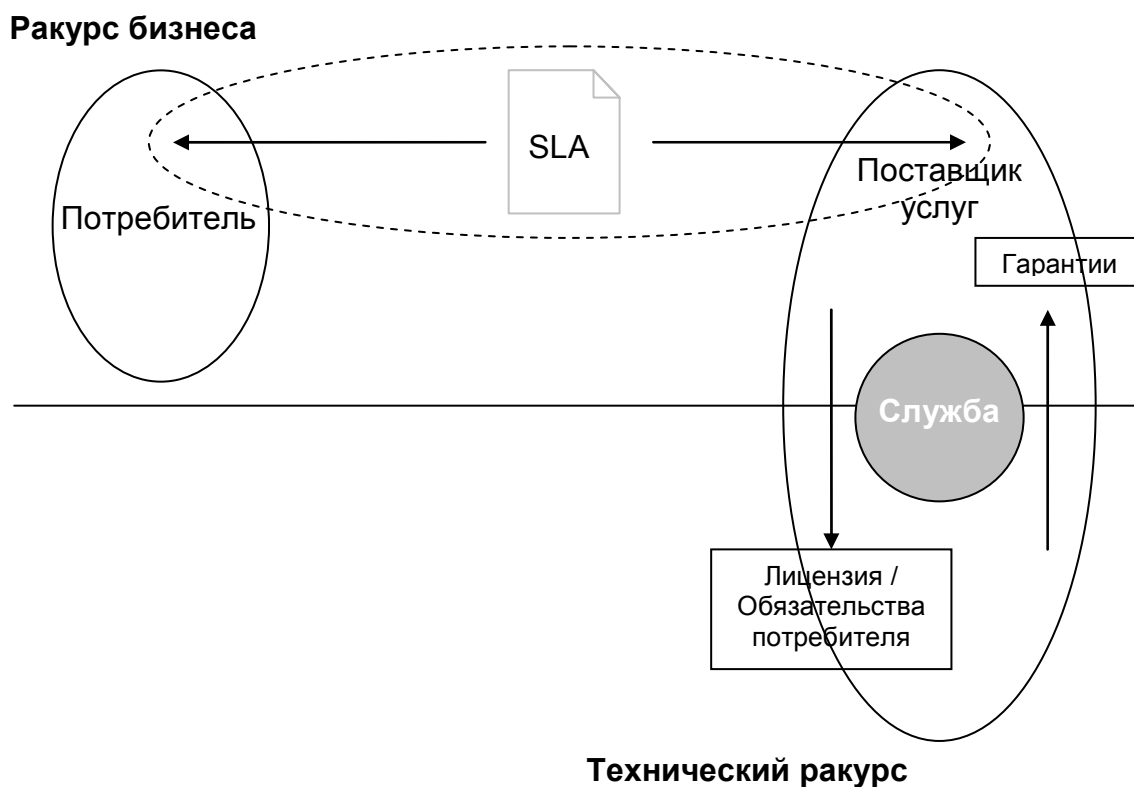


Рисунок 1. Бизнес уровень SLAs фактически связан с управлением техническими ресурсами, но логически они разделены в ракурсе бизнеса и в техническом ракурсе.

2.1.3. Протокол

Переговоры относительно SLA должны быть гибкими настолько, насколько это возможно, но в то же самое время корреспондироваться с оговариваемым сроком службы. Контрпродуктивно использовать протокол, при котором на переговоры затрачивается времени больше, чем это предполагается для выполнения запрашиваемого обслуживания.

Для того чтобы упростить форму ведения переговоров, в инфраструктуре NextGRID применяется дискретный протокол предложений: сервис-провайдер предлагает потребителю несколько услуг (например, А, В и С), из которых потребитель выбирает одну. При этом, поскольку параметры предлагаемых услуг фиксированы, при выборе нет посылок для ведения переговоров о выбираемой услуге. В симметричной форме, потребитель также делает предложение, которое принимается или отвергается поставщиком услуг.

2.2. Конструирование и композиция обслуживания

Архитектура инфраструктуры NextGRID нацелена на обеспечение быстрого и динамического объединения ресурсов для поддержки сообществ пользователей. Мы предполагаем, что приложения могут конструироваться композицией NextGRID-служб, каждая из которых характеризуется некоторым набором обычных свойств и режимов

работы. Кроме того, мы также предполагаем, что во время выполнения приложений определённые базовые службы или свойства инфраструктуры доступны в среде приложения. Ключевое требование состоит в том, чтобы механизмы конструирования и композиции порождали такие архитектурно аналогичные структуры, которые сами подчиняются правилам композиции NextGRID, что приводит к среде, обеспечивающей возможность рекурсивной композиции служб.

Основные методы композиции обслуживания следующие:

- **разделение ресурса:** возникает тогда, когда потребитель службы разделяет её с другим потребителем. Разделение ресурсов предполагает строгие правила интеграции между потребителями. При этом потребители становятся участниками согласованного набора взаимодействий, осуществляемых в соответствии с видением поставщика услуг. Разделение ресурсов является чрезвычайно важным принципом композиции для гридов, используемых в бизнесе;
- **оркестровка ресурсов:** потребность в ней появляется, когда потребитель двух служб запрашивает их, желая организовать их взаимодействие в некотором режиме. Процесс оркестровки эффективно объединяет ресурсы от двух поставщиков услуг, когда необходимо удовлетворить потребности их общего потребителя;
- **Инкапсуляция ресурсов:** появляется тогда, когда поставщик услуг предоставляет потребителю услугу, используя возможности другого провайдера услуг, и при этом исключаются прямые взаимодействия между сторонним провайдером услуг и данным потребителем.

2.2.1 Логический вывод SLAs

Как разделение ресурсов, так и оркестровка влекут создание новых двусторонних взаимоотношений со службой, которые инициируются конкретным потребителем. Каждое двустороннее взаимоотношение должно управляться с помощью SLA. Наши исследователи полагают, что надо обеспечить возможность выполнения с помощью потребителя автоматического логического вывода условий нового SLA из условий рассматриваемых исходных SLAs. Инкапсуляция ресурсов не устанавливает требований на отдельные SLAs, но подразумевает некоторые общие положения для общей SLA архитектуры.

На Рисунке 1 показано, что всегда должна быть возможность установления соответствия между (1) условиями SLA касающимися услуги, (2) техническими политиками управления и (3) действиями, необходимыми для предоставления этой услуги. При этом представление инкапсуляции в виде образа ресурса, становится полезным при конструировании SLA и механизмов управления SLAs. Вместо реализации использования одного этапа, устанавливающего соответствия непосредственно между уровнем бизнеса и уровнем ресурсов, можно ввести промежуточный уровень услуг и упростить процедуру отображения на каждом этапе.

На Рисунке 2, иллюстрирующем пример такого подхода, показано четыре разных уровня. Здесь общение (запрос и соглашение) между потребителем услуги и поставщиком услуг имеет место на уровне бизнеса. Вместо непосредственного отображения в фабрику

(компьютерный ресурс, дисковое пространство, сеть и т.д.) запрашиваемая услуга инкапсулируется посредством других услуг, при этом каждая инкапсуляция управляется её собственным SLA. Политики управления устанавливают требования, которые должны выполняться SLAs более низкого уровня, а также отслеживать и корректировать операции, используемые для обнаружения нарушений этих SLAs и восстановления корректности при нарушениях.

2.3 Минимальная инфраструктура служб

Ключевые свойства минимальной грид-инфраструктуры отражают минимальный набор возможностей, который предполагается при использовании грида. Этот набор включает обеспечение следующих возможностей:

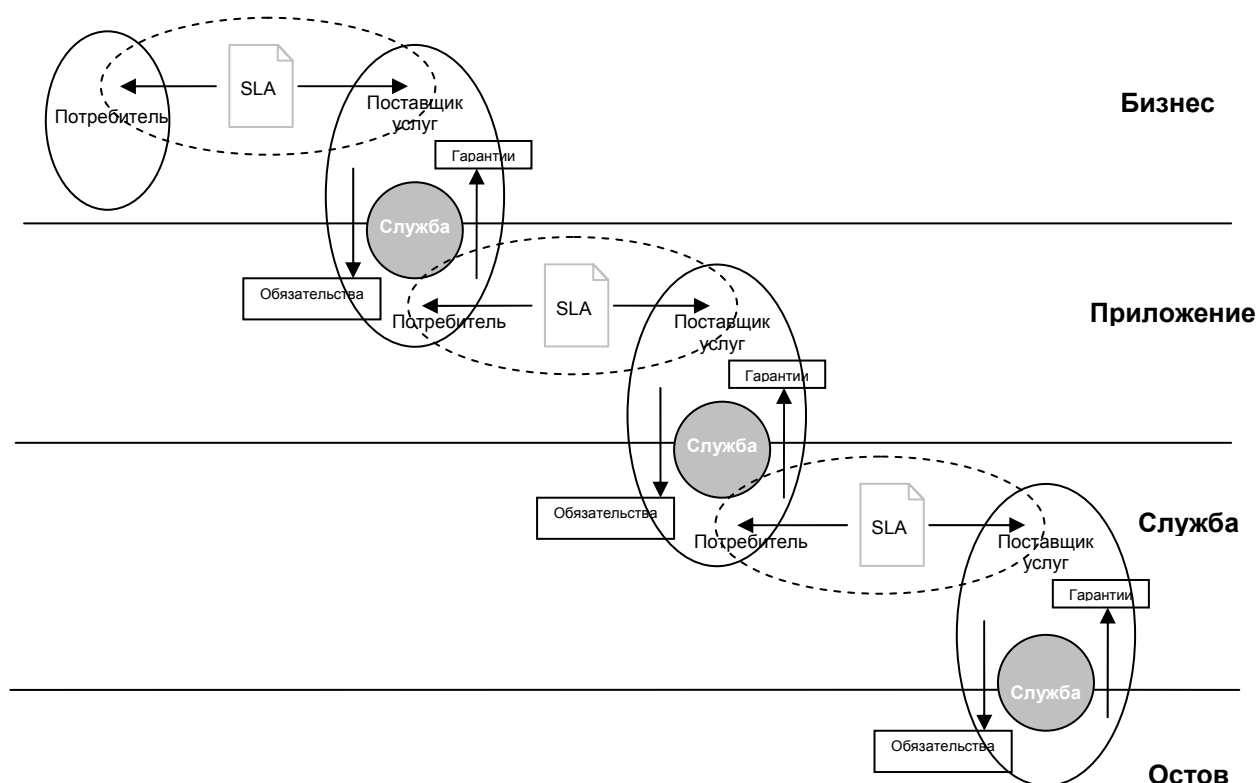


Рисунок 2. SLAs и различные уровни служб

- **коммуникация** – протоколы и языки, через которые компоненты NextGRID общаются;
- **поведение** – интерфейсы, которые предписывают режим исполнения услуги; интерфейсы реализуются (фактически наследуются) всеми компонентами инфраструктуры NextGRID;
- **управление** – системы управления службами (например, такие как система Именования и Адресации для обнаружения служб), которые всегда доступны пользователям грида и службам;
- **схемы** – схемы связи (общения), которые лежат в основе концепций NextGRID.

Что касается интерфейсов поведения, то основное требование дизайнера к службам инфраструктуры NextGRID'a состоит в том, чтобы они экспонировали минимальный поведенческий интерфейс. Минимальная реакция, реализуемая всеми сущностями инфраструктуры NextGRID'a, во многом определяется уровнем базисной функциональности управления, необходимой всем службам. Обнаружение информации и самодиагностика службы обеспечивают запросы некоторой части этой базисной функциональности управления. Эти интерфейсы сейчас описываются в документе NextGRID Basic Profile.

3. Архитектурная декомпозиция NextGRID'a

Для того, чтобы получить более наглядное представление об архитектуре проекта NextGRID, необходимо прибегнуть к некоторой форме системной декомпозиции. Довольно часто, видение системы может быть декомпозировано в форме некой *уровневой* архитектуры, где каждый уровень взаимодействует только с его смежными уровнями. Тем не менее, возрастающая сложность грид-систем приводит к эрозии этого упрощенного подхода, поскольку некоторые аспекты системы (например, безопасность и обмен сообщениями) распространяются на все уровни архитектуры.

Декомпозиция архитектуры проекта NextGRID позволяет экспонировать следующие четыре системные концепции:

- **Схемы:** Компонентам системы необходим некий набор общих схем для организации взаимодействия. Основными категориями схем являются:
 - **схема сообщений** (*Message schemas*), описывающая содержимое сообщений;
 - **схема Именованная и Адресации** (*Naming and Addressing schemas*), основанная на спецификации WS-Addressing [1] и обеспечивающая структуры данных для адресации и доступа к службам;
 - **схема защиты** (*Security schemas*), определяющая форматы для политики и содержимого управляющих маркеров (токенов) и базисные конструкции для токенов и языка политики;
 - **схема SLA** (*SLA schemas*), определяющая языки для ведения переговоров и составления соглашений о QoS;
 - **схема описания службы** (*Service Description schemas*): определяющая фрейм, используемый для обнаружения служб;
 - **схема действий** (*Activity schemas*), обеспечивающая язык для описания активностей (например, выполнения программ и вызовов Web-служб);
 - **схема запросов** (*Query schemas*), определяющая инфраструктуру для поиска службы и системных реестров.

Эти схемы являются "своеобразным клеем", связывающим различные системы, которые воплощают другие три идеи архитектуры NextGRID'a:

- **Системы управления** (*Management Systems*): Эти компоненты обеспечивают минимальную исполнительскую поддержку архитектуры NextGRID, но не определяют какие-либо операционные функции. Они приблизительно параллельны базисным категориям схем, обсуждавшимся выше. Значительная часть NextGRID архитектуры связана с этими системами.

- **Функциональные системы** (*Functional Systems*): Эти компоненты обеспечивают концептуальную инфраструктуру для всех видов функциональных действий, которые могут быть выполнены. Их детальное определение не является частью NextGRID архитектуры. Эти системы можно, приблизительно, охарактеризовать в терминах их отношений с данными, и их функции проявляют некоторую общность в терминах прогнозирования стоимости/производительности. Они обслуживаются Системами управления инфраструктурой NextGRID.
- **Системы оркестровки** (*Orchestration Systems*): Эти компоненты управляют динамической композицией служб. Налаживаемые с помощью систем оркестровки службы ранжируются от простых инициализаторов служб до сложных конфигураций обработки рабочих потоков.

Рисунок 3 иллюстрирует эту декомпозицию и некоторые предполагаемые взаимодействия между компонентами.

3.1 Системы управления

3.1.1. Именованное и адресация

Служба именования должна быть автономной, масштабируемой, распределённой, безопасной, надёжной, доверяемой и иметь глобальный контекст. Желательно, чтобы схема именования (и служба разрешения/определения имён) также была быстродействующей, эффективной, расширяемой и поддерживала интернационализацию. Служба именования NextGRID будет некой комбинацией системы Handle.net [2] и пользовательского интерфейса Web-служб, основанного на профайле спецификации WS-Naming [3].

Операционные возможности службы именования включают:

- создание контекстуальных и уникальных имён;
- верификацию выбранного пользователем имени для уникальности;
- доступ к системному реестру адресов и псевдонимов по заданному имени.

Использование именования и адресации выявляет несколько действующих агентов. Во-первых, это создатель имени, который либо запрашивает, либо контролирует имя предметной сущности и затем регистрирует это имя с некоторой информацией (например, адресом или псевдонимом), имеющей отношение к этому имени. Другой основной действующий агент – это определитель адреса (информации), который использует имя в качестве входного параметра при запросе к системному реестру для получения информации (например, адреса) о поименованной сущности.

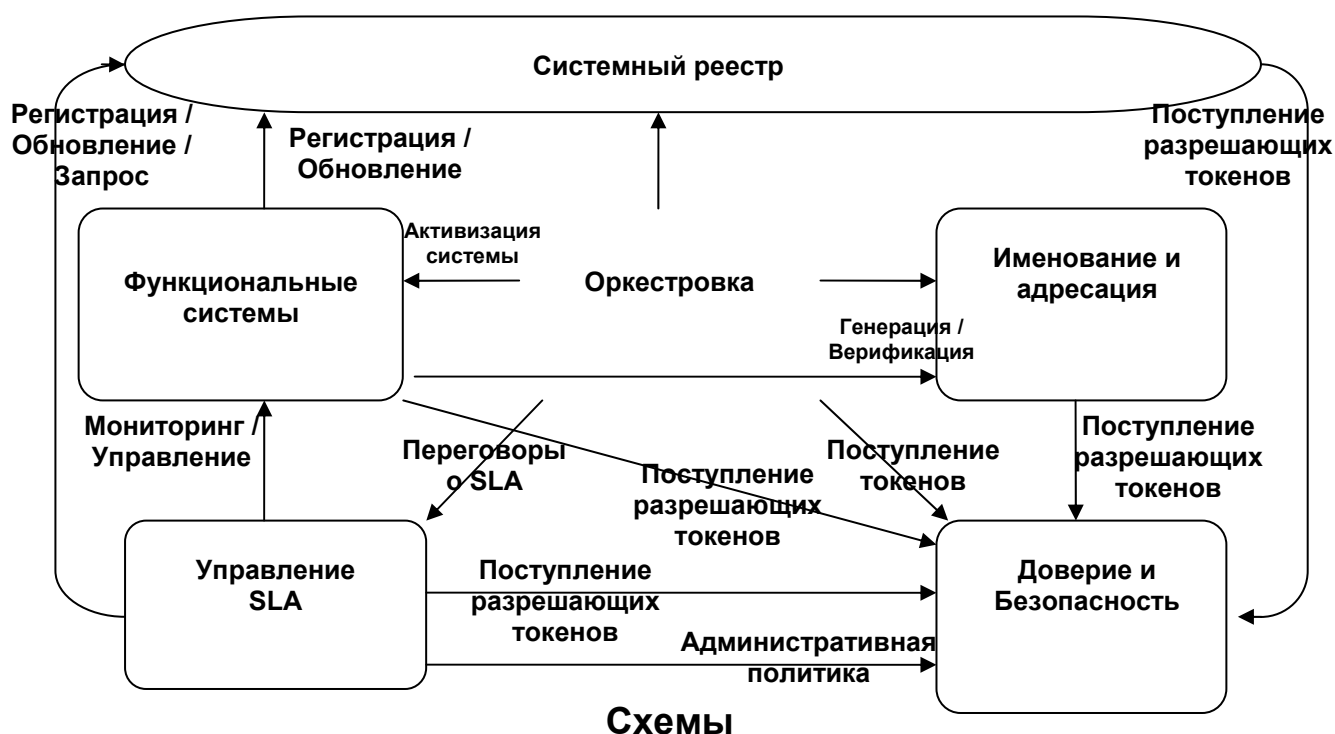


Рисунок 3. Общий вид компонентной модели NextGRID'а и основные взаимодействия.

3.1.2. Средства защиты

Инфраструктура NextGRID осуществляет динамическую авторизацию и поддерживает базовую безопасность. Службы Токенов Безопасности (*Security Tokens*) и Динамической Авторизации (*Dynamic Authorisation*) представляют собой простые службы, которые легко создать и использовать, но использование их комбинации по принципу пошаговых запросов позволяет службам динамически решать действительно ли определённая операция или запрос разрешены.

Есть две службы, которые являются центральными для средств защиты. Это **Менеджер Токенов** (*Token Manager*): Узел Принятия Политического Решения (*Policy Decision Point*), который обеспечивает, на основе соответствующей политической информации, безопасный доступ по токену к запрашиваемым сущностям и заявлениям, сделанным издателем запроса; и **Менеджер Политики** (*Policy Manager*): который обеспечивает интерфейсы для администрирования политикой, управления доступом к службе.

Фундаментальная особенность, которая определяет уникальность этих служб в инфраструктуре NextGRID, ярко выражается в динамическом принятии решения и управлении политикой. Проводимая инфраструктурой NextGRID политика безопасности и доступа может изменяться динамически в течение жизненного цикла SLA, основанном на взаимодействии между двумя сущностями.

3.1.3. Управление SLA

В используемой инфраструктуре NextGRID'a система управления SLA является автономной. После настройки конкретного экземпляра системы, к нему необходимо подключить средства, обеспечивающие проведение переговоров о новых SLAs, а также поддержку SLAs, действующих в настоящее время. Такая поддержка предусматривает мониторинг выполнения SLAs в плане соответствия QoS; ведение учёта системных ресурсов, относящихся к SLA, при выполнении и по завершении; форсированное исполнение требований, связанных с завершением выполнения услуги, например, проведение штрафных или бонусных операций. Всё это должно происходить автономно без влияния поставщика услуг или, если желательно, с использованием доверенных сторонних организаций. Можно надеяться, что использование доверенных сторонних организаций для управления SLA в архитектуре NextGRID можно избежать, если заранее предусмотреть привлечение хорошо проверенных сторонних партнёров.

3.1.4. Регистрация

В динамических средах гридов конечные точки служб не могут быть жестко запрограммированы в приложениях. Скорее надо сделать так, чтобы местоположение доступных служб, которые удовлетворяют непосредственные потребности потребителя, можно было бы определять динамически во время выполнения приложения. Поддержка в инфраструктуре NextGRID системных реестров служб даёт возможность клиентам находить необходимые им службы среди набора доступных служб. Для поддержки различных исполнительных сред можно использовать иерархически упорядоченное, масштабируемое множество реестров.

3.2. Функциональные системы

Функциональные системы архитектуры NextGRID - это набор компонент, которые образуют концептуальную базу для поддержки всех видов работ, которые могут выполняться при использовании инфраструктуры NextGRID. Эти функциональные системы могут быть описаны в терминах их отношений с данными.

3.2.1. Доступ к данным

Доступ к данным будет осуществляться через службы данных. Все виды данных, включая, потоки, последовательности, файлы, изображения, трассировки, базы данных и архивы могут быть доступны в качестве входных данных при решении задач анализа и моделирования, представляющих интерес для бизнесменов, исследователей, дизайнеров и менеджеров, принимающих решения. Абстрактно, доступ к данным можно рассматривать как установление связи с данными, которые можно обрабатывать в данный момент.

3.2.2. Передача данных

Также как и доступ к данным, передача и выборка данных из ресурсов будет осуществляться через службы данных. Кроме того, долговременная цель будет состоять в том, чтобы поддерживать множество протоколов транспортировки данных, которые обеспечивают как передачу файлов, так и удалённое перемещение данных как часть другой операции. К таким операциям относятся запросы к базам данных или обработка обновлений, чтение отдельных элементов внутри файла, или клиентские потоки данных

из оперативных источников, например, таких как научные приборы, биржевые аппараты передающие котировки ценных бумаг и т.д. Абстрактно передача данных может рассматриваться как перемещение данных в пространстве.

3.2.3. Обработка данных

Весь компьютеринг, выполняемый в контексте инфраструктуры NextGRID, можно представить как некий процесс "*снижения*" внутри концептуальной модели обработки данных. Этот процесс охватывает простые преобразования данных, например, такие как сжатие или шифрование, или же более сложные сценарии, например, такие как многоаспектные запросы и, вообще говоря, преобразование исходных потоков данных в информацию или знание. Главной целью этой функциональной системы инфраструктуры NextGRID является представление данных через различные типы метаданных. Абстрактно обработку данных можно рассматривать как преобразование (движение) данных в значение.

3.2.4. Хранение данных

Поскольку в гриде происходит генерация данных и информации, то здесь же должны решаться вопросы хранения данных. Хранение в контексте грида имеет более широкий охват, чем в традиционных контекстах. Необходимость в управлении репликациями, распределённой когерентностью, препроцессорной обработкой данных с целью уменьшения требований к полосе пропускания канала связи, а также ограничения, связанные с обеспечением безопасности и целостности - всё это приводит к появлению более сложной проблемы. Абстрактно, хранение данных можно рассматривать как движение данных во времени.

3.3 Системы оркестровки.

Системы оркестровки управляют динамической композицией служб в архитектуре NextGRID. Динамическая композиция NextGRID служб облегчается системами оркестровки, ранжирующими композиции от простых активаторов служб до сложных конфигураций обработки рабочих потоков. Работа в этом аспекте декомпозиции NextGRID только начата, и на данной стадии мало что может быть сказано о её влиянии на архитектуру.

Благодарности

Работа представленная в данной публикации является результатом деятельности консорциума проекта NextGRID. Мы выражаем искреннюю благодарность всем членам консорциума, принимающим участие в реализации проекта.

Эта работа поддержана проектом NextGRID, финансируемым по контракту № 5111563 6-ой Рамочной Программой Европейской Комиссии рамках направления "Технологии Информационного Общества". Представленный здесь материал отражает мнение авторов и необязательно совпадает с мнением Европейской Комиссии. Европейская Комиссия не несёт ответственности любое возможное использование информации, содержащейся в данной работе.

Ссылки

- [1] W3C, Web Services Addressing (WS-Addressing), August 2004:
<http://www.w3.org/Submission/ws-addressing/>
- [2] The Handle System: <http://www.handle.net/>
- [3] Andrew Grimshaw and David Snelling, OGSA-Naming Working Group, WS-Naming Specification(Draft), Open Grid Forum, 4 December 2006.