

ОСОБЕННОСТИ МЕТОДИКИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ В ГРИД-СРЕДЕ И ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

Е. Е. Журавлев¹, С. В. Иванов², А. А. Каменщиков³, А. Я. Олейников³,
И. И. Чусов³, Т. Д. Широбокова³

¹ - Физический институт им. П.Н.Лебедева РАН

² - Российский новый университет

³ - Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова РАН

Статья получена 27 октября 2014 г.

Аннотация. Описаны особенности методики обеспечения интероперабельности в грид-среде и облачных вычислениях. В основе методики лежит единый подход, разработанный авторами ранее и зафиксированный в виде национального стандарта. Особенности следуют из функционального назначения грид-среды и облачных вычислений. Эти особенности проявляются в различиях в архитектуре, в модели и составе стандартов, входящих в профиль интероперабельности, на семантическом и организационном уровнях.

Ключевые слова: интероперабельность, грид, грид-среда, облачные вычисления, облака, методика, стандартизация.

Abstract: The features of the method to ensure interoperability in the grid environment and cloud computing are described. The method is based on a unified approach developed by the authors earlier and presented in the form of a national standard. Features follow from the functional purpose of grid environment and cloud computing. These features appears in the differences in architecture, model and set of standards included in the interoperability profile at the semantic and organizational levels.

Keywords: interoperability, grid, grid environment, cloud computing, clouds, method, standardization.

Введение

Грид-среда (грид) и среда облачных вычислений (облака), состоящие из разнородных программно-аппаратных платформ, заведомо представляют собой гетерогенные среды, в которых неизбежно возникает проблема взаимодействия

входящих в них систем, получившая название «проблемы интероперабельности». Актуальность данной работы обуславливается не только тем, что в нашей стране идет активное применение грид и облаков, но и тем, что вопросы развития принципов интероперабельности, стандартов и технологий открытых систем, а также развития технологий и стандартов грид включены в Программу фундаментальных исследований государственных академий наук в 2013-2020 г. Данная работа выполняется в рамках проекта РФФИ 12-0700261-а и Программы Президиума РАН №14.

Проблема интероперабельности

Согласно определению, приведенному в документе ISO/IEC FCD 24765:2010-Systems and Software Engineering-Vocabulary: «Интероперабельность – способность двух или более систем или элементов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена». Интероперабельность достигается за счет использования технологии открытых систем и согласованных наборов стандартов – профилей (Олейников, 2004). Построение профиля - лишь один из этапов определенной методики обеспечения интероперабельности. Проблема интероперабельности возникает в гетерогенной ИКТ-среде для информационных систем практически любого назначения и масштаба (от наносистем до грид-систем, систем облачных вычислений и сверхбольших систем – systems of systems). Эта проблема тем острее, чем выше уровень гетерогенности среды. Обеспечение интероперабельности – сложная научно-техническая задача, которой занимаются многие организации и исследователи, основными международными организациями в области грид-систем и систем облачных вычислений следует считать Open Grid Forum (OGF) и Open Cloud Consortium (OCC). Этими вопросами занимается также IEEE.

Авторы ведут систематизированные работы по проблеме интероперабельности более 10 лет, выполнили ряд научных исследований по интероперабельности в области грид и облаков (Журавлев, Корниенко, & Олейников, Вопросы стандартизации и обеспечения интероперабельности в

GRID-системах., 2010; Журавлев, Корниенко, & Олейников, Исследование особенностей проблемы интероперабельности в GRID технологии и технологии облачных вычислений, 2012; Иванов, 2012) и разработали ряд национальных стандартов, указанных ниже.

Результаты работ авторов по интероперабельности

В своих работах по стандартизации авторы руководствовались федеральным законом РФ «О техническом регулировании», согласно которому на территории РФ в первую очередь должны применяться национальные стандарты, гармонизированные с международными. Процедура разработки национального стандарта достаточно сложная, занимает около 2 лет и требует согласования со всеми заинтересованными организациями (ГОСТ Р 1.2-2004, 2014).

В течение последних двух лет авторами была завершена разработка ряда документов в области интероперабельности, оформленных в виде национальных стандартов:

1. ГОСТ Р 55062-2012 «Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность».
2. ГОСТ Р 55022-2012 «Информационные технологии. Спецификация языка описания представления задач (JSDL). Версия 1.0».
3. ГОСТ Р 55768-2013 «Модель открытой Грид-системы. Основные положения».
4. ГОСТ Р «Информационные технологии. Архитектура служб открытой Грид-среды. Термины и определения», представляющий собой, по существу, глоссарий, касающийся интероперабельности грид среды (представлен к утверждению).

Первый из этих документов предназначен для систем широкого класса, документы 2 и 3 относятся к грид-системам. Глоссарий, оформленный в виде ГОСТ Р, позволит найти взаимопонимание между разработчиками, поставщиками и пользователями грид-систем и облаков. В настоящее время завершается НИР по созданию методики обеспечения интероперабельности в грид и облаках, которую тоже планируется оформить как ГОСТ Р.

Методика обеспечения интероперабельности в грид и облаках

Методика (см. рисунок 1), построена на основе единого подхода к обеспечению интероперабельности, зафиксированного в ГОСТ Р 55062-2012 и, по существу, использует принципы системной инженерии.

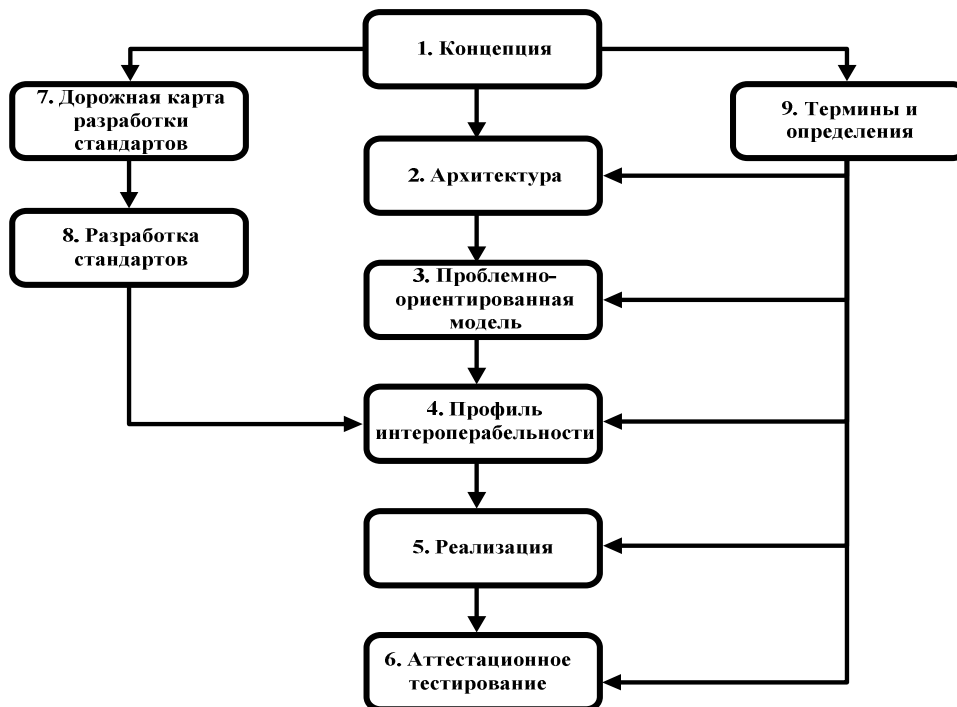


Рисунок 1 – Методика обеспечения интероперабельности грид и облаков.

Методика содержит ряд этапов. К основным этапам относятся этапы 1-5, а к вспомогательным – этапы 6-9. Для обеспечения интероперабельности в случае грид и облаков должны быть выполнены все этапы, приведенные на рис.1 с учетом специфики этих сред. Для этого приведем определения грид и облачных вычислений.

Согласно документу GFD 120 - Open Grid Services Architecture, разработанному международной организацией – Open Grid Forum:

«Грид – система, которая связана с интеграцией, виртуализацией и управлением услугами и ресурсами в распределенной, гетерогенной среде».

Для облаков приведем определение, данное The National Institute of Standards and Technology (NIST):

«Облачные вычисления - это модель предоставления повсеместного и удобного сетевого доступа по мере необходимости к общему пулу конфигурируемых вычислительных ресурсов (например, сетей, серверов, систем

хранения, приложений и сервисов), которые могут быть быстро предоставлены и освобождены с минимальными усилиями по управлению и необходимостью взаимодействия с провайдером услуг (сервис-провайдером)».

Основные положения концепции

В области грид известны следующие концепции:

- Web Services Resource Framework
http://en.wikipedia.org/wiki/Web_Services_Resource_Framework
- GridWise Interoperability Context-Setting Framework
<http://www.caba.org/resources/Documents/IS-2008-30.pdf>

В области облачных вычислений известна концепция обеспечения семантической интероперабельности: Cloud4SOA (<http://www.cloud4soa.eu/>).

Согласно единому подходу к обеспечению интероперабельности, концепция интероперабельности должна содержать ряд основных положений. Рассмотрим эти положения (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Основные положения концепции грид и облаков.

Грид	Облака
Предполагает объединение групп компьютеров и устройства хранения, позволяющее динамически выделять под определенные задачи необходимые ресурсы по мере появления потребности в них.	Суть облачных вычислений заключается в удаленном предоставлении по требованию конечным пользователям динамического доступа к услугам (вычислительным ресурсам, приложениям, платформам и инфраструктурам) через локальную сеть или Интернет.
Интероперабельность в области грид означает способность двух или более грид систем или их узлов обмениваться информацией и использовать эту информацию	Итероперабельность в области облачных вычислений означает способность двух или более облаков и их компонентов к обмену информацией и использованию информации, полученной в результате этого обмена
Цель обеспечения интероперабельности грид-систем – создание единой грид-среды, содержащей множество стандартизованных компонентов, благодаря которым возможно взаимодействие между отдельными частями грид-систем.	Цель обеспечения интероперабельности облачных вычислений – создание единой облачной системы, раскрывающей истинный потенциал и преимущества облачных вычислений, заключающихся в возможности обмениваться понятными сообщениями, умении передавать и хранить данные в унифицированном формате, иметь возможность переносить образы виртуальных машин

Ключевая разница в концепциях – это способ предоставления вычислительных мощностей. В случае с грид это - распределенная мощность и ресурсы, предоставляемые на паритетной основе. В случае с облаками эта мощность арендуется и чем ее больше, тем больше приходится платить. *Архитектура*

В таблицах 2 и 3 представлены архитектуры (Ian, Yong, Ioan, & Shiyong, 2008) для сравнения архитектур грид и облаков.

Таблица 2 - Архитектура грид

<pre> graph TD Application[Application] --> Collective[Collective] Application --> Resource[Resource] Application --> Connectivity[Connectivity] Collective --> Resource Resource --> Connectivity </pre>	<p>прикладной уровень (application) – содержит любые пользовательские приложения, реализуемые в грид среде через API, и функционирует в средах виртуальной организации (ВО)</p> <p>коллективный уровень (collective) – перехватывает взаимодействия между наборами ресурсов, службы каталогов, допускает контроль и открытие ресурсов ВО</p> <p>уровень ресурса (resource) – определяет протоколы для публикации, открытия, согласования, контроля, учета и оплаты совместного использования операций на отдельных ресурсах</p> <p>уровень связи (connectivity) - определяет базовую связь и протоколы аутентификации для простых и безопасных сетевых транзакций</p> <p>структурный уровень (fabric) – обеспечивает доступ к различным типам ресурсов, таким как: вычисление, хранение, сетевой ресурс, репозиторий кода и т.д.</p>
--	--

Таблица 3 - Архитектура облаков

<pre> graph TD Application[Application] --> Platform[Platform] Application --> UnifiedResource[Unified Resource] Platform --> UnifiedResource </pre>	<p>прикладной уровень (application) – содержит приложения, которые работали бы в облаке</p> <p>уровень платформы (platform) – прибавляет набор специализированных инструментов, промежуточного ПО и служб поверх объединенных ресурсов, чтобы обеспечить платформу разработки и/или развертывания (среда web-хостинга, служба планирования)</p> <p>объединенный уровень (unified resource) – содержит ресурсы, которые абстрагировались/инкапсулировались так, чтобы они могли быть представлены верхнему уровню и пользователям как интегрированные ресурсы (компьютер/кластер, логическая файловая система, система баз данных)</p> <p>структурный уровень (fabric) – содержит необработанные аппаратные ресурсы, такие как вычислительные ресурсы, ресурсы хранения и сетевые ресурсы;</p>
---	---

Грид сосредоточена на интеграции существующих ресурсов с их аппаратным обеспечением, ОС, управлением локальными ресурсами и инфраструктурой безопасности. Грид определяет и обеспечивает набор стандартных протоколов, промежуточного ПО, инструментов и услуг, построенных на основе этих протоколов. Интероперабельность и безопасность – основа инфраструктуры грид.

Облака обычно представляются как источник вычислительных ресурсов или ресурсов хранилища, к которым можно получить доступ через стандартные протоколы и абстрактные интерфейсы. Облака могут быть построены на многих существующих протоколах (Web Services, Web 2.0). Из сказанного следуют различия в представленных выше архитектурах.

Модели интероперабельности.

Для грид

На рисунке 2 представлена модель интероперабельности грид, зафиксированная авторами в ГОСТ Р 55768-2013.

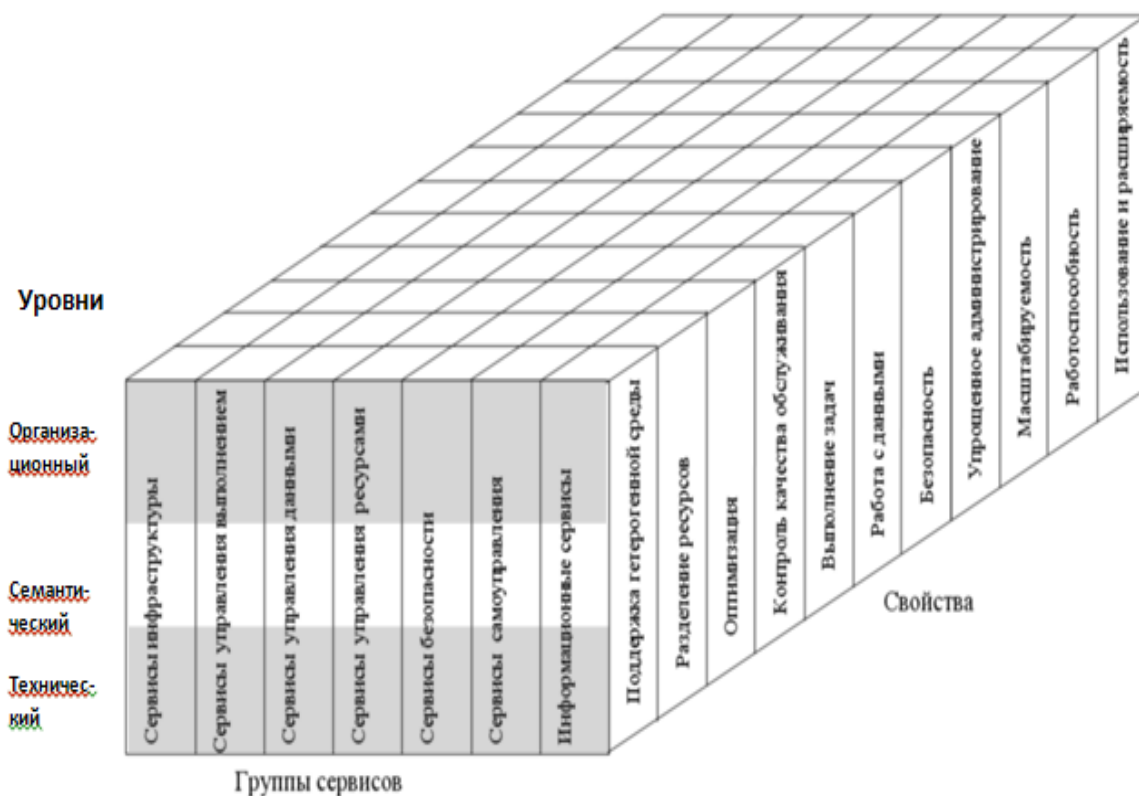


Рисунок 2 - Модель интероперабельности грид

На этом рисунке по оси абсцисс перечислены группы сервисов, обеспечивающих реализацию свойств грид-среды. По оси ординат представлены три уровня (технический, семантический и организационный) интероперабельности сервисов. По третьей оси перечислены свойства грид-системы (Журавлев Е. Е., Корниенко, Олейников, & Широбокова, Модель открытой Грид-системы, 2012).

Для облаков

На рисунке 3 представлена предложенная нами модель интероперабельности облаков (Журавлёв, Иванов, & Олейников, 2013).

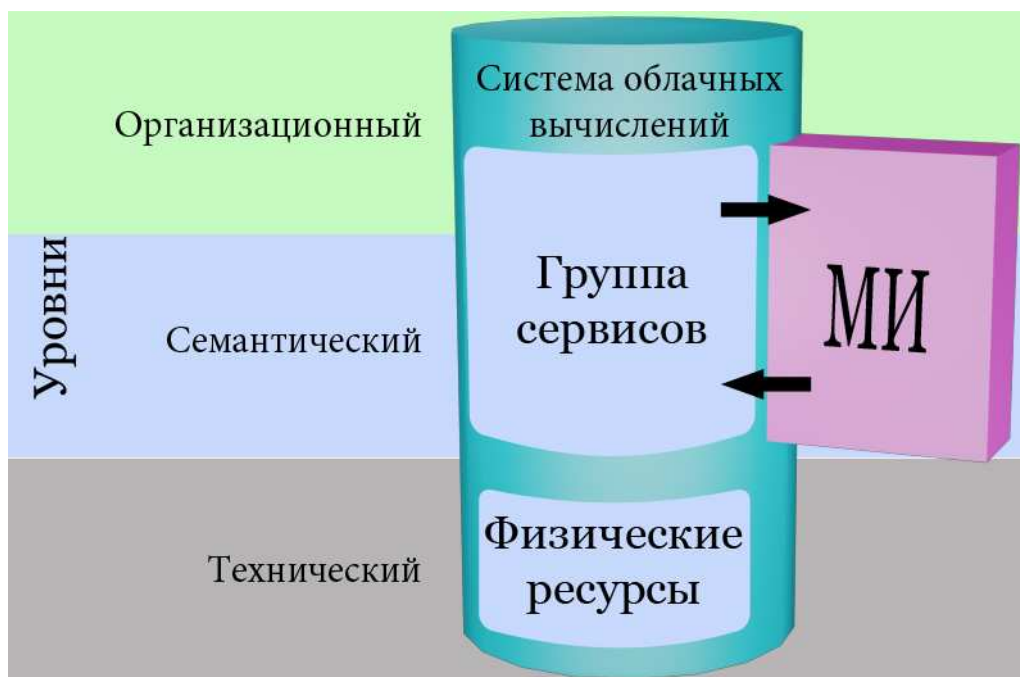


Рисунок 3 - Модель интероперабельности облаков

На рисунке система облачных вычислений изображена в виде цилиндра, которая содержит элемент «Группа сервисов», включающий сервисы, обеспечивающие реализацию свойств облаков. Также имеется элемент «Физические ресурсы», который представляет собой набор технических средств, используемых системой облачных вычислений. Представлены три уровня: технический, семантический и организационный интероперабельности сервисов. Ключевым элементом модели является «МИ» («Модуль Интероперабельности»), способный управлять сервисами. Из модели видно, что МИ затрагивает два уровня – семантический и организационный.

Как следует из проведенного выше рассмотрения, грид и облака с точки

зрения проблемы интероперабельности имеют много общего. В связи с этим представляется целесообразным составить общий профиль интероперабельности, выделив в нем отличия для грид и облаков.

Профиль интероперабельности грид и облаков

Как известно, профиль подразумевает согласованный набор стандартов, структурированный в терминах модели интероперабельности, который должен обновляться по мере актуализации входящих в него стандартов и может быть издан как отдельный нормативно-технический документ (ГОСТ Р 55062-2012 Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения, 2012). Согласно модели интероперабельности, в профиль интероперабельности должны войти стандарты технического, семантического и организационного уровня. Данный этап в настоящее время проработан наиболее слабо. Следует отметить, что согласно действующим правилам, состав и расположение стандартов на тех или иных уровнях интероперабельности требует коллективного обсуждения.

Авторы использовали материалы различных организаций.

Организации, занимающиеся работами по стандартизации в области грид: Open Grid Forum (OGF), European Telecommunications Standards Institute (ETSI), Distributed Management Task Force (DMTF), Internet Engineering Task Force (IETF), ITU Telecommunication Standardization Sector (ITU-T), Organization for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS), Storage Networking Industry Association (SNIA), TeleManagement Forum (TMF).

Организации, занимающиеся работами по стандартизации в области облаков: European Telecommunications Standards Institute (ETSI), DMTF, OGF, Open Cloud Computing Interface, SNIA, Cloud Data Management Interface, OASIS, Institute of Electrical and Electronics Engineers, ISO/IEC.

В нашей стране работы по стандартизации в области грид и облаков ведут через технический комитет Росстандарта ТК-22 «Информационные технологии», членом которого является ИПЭ им. В.А. Котельникова РАН.

На основании документов организаций, приведённых выше, профиль интероперабельности для грид и облаков может быть представлен следующим образом (см. таблицу 4):

Таблица 4 «Стандарты для профилей интероперабельности грид и облаков»

Уровни модели	грид				облака			
	№	Документ	Организация	Описание	№	Документ	Организация	Описание
Организационный	1	GFD. 101 Resource Namespace Service Specification P -Rec.	Open Grid Forum	Спецификация сервиса пространства имен ресурсов	1	TR 102 997	ETSI	CLOUD; Initial analysis of standardization requirements for Cloud services
	2	GFD.72 OGSAWSRF Basic Profile.01 - P- Rec	Open Grid Forum	Архитектура сервисов открытых GRID. Базовый профиль: концептуальная основа ресурсов WEB сервисов (версия 1.0)	2	Cloud Data Management Interface (CDMI), developed by Storage Networking Industry Association (SNIA)	Cloud Data Management Interface, v1.0.2 (SNIA Technical Position, ISO/IEC 17826:2012)	CDMI defines the functional interface that applications will use to create, retrieve, update and delete data elements from the Cloud. As part of this interface the client will be able to discover the capabilities of the cloud storage offering and use this interface to manage containers and the data that is placed in them. In addition, metadata can be set on containers and their contained data elements through this interface.
	3	GFD.192 Web Services Agreement Specification (WS-Agreement) [Obsoletes GFD.107] REC	Open Grid Forum	Спецификация соглашения о Web-сервисах	3	ISO 19770-1 Software Asset Management (SAM) (ISO Standard) — Processes, developed by International Organisation for Standardization (ISO)	ISO/IEC 19770-1:2006	ISO/IEC 19770-1 is a framework of Software Asset Management (SAM) processes to enable an organisation to prove that it is performing software asset management to a standard sufficient to satisfy corporate governance requirements and ensure effective support for IT service management overall. This part of ISO/IEC 19770-1 describes the life cycle processes for the management of software and related assets.
					4	ISO 20000-1 Service management - Part 1: Service management system requirements, developed by International Organisation for Standardization (ISO)	ISO/IEC 20000-1:2011 (ISO Standard)	ISO/IEC 20000-1 includes the design, transition, delivery and improvement of services that fulfill service requirements and provide value for both the customer and the service provider. This part of ISO/IEC 20000 requires an integrated process approach when the service provider plans, establishes, implements, operates, monitors, review, maintains and improves a service management system (SMS).
					5	ISO 31000 Risk management - Principles and guidelines, developed by International Organisation for	ISO 31000:2009 (ISO Standard)	The purpose of ISO 31000 is to provide principles and generic guidelines on risk management. ISO 31000 seeks to provide a universally recognised paradigm for practitioners and companies employing risk management processes to replace

					Standardization (ISO)			the myriad of existing standards, methodologies and paradigms that differed between industries, subject matters and regions.
Семантический	№	Документ	Организация	Описание				
	1	GFD.52 A GridRPC Model and API for End-User Applications	Open Grid Forum	Вызов удалённого процесса Грид и интерфейса прикладных программ для приложений конечного пользователя	1	TS 103 142	ETSI	CLOUD; Test Descriptions for Cloud Interoperability
		Rec.			2	TR 103 125	ETSI	CLOUD; SLAs for Cloud services
					3	TR 103 126	ETSI	CLOUD; Cloud private-sector user recommendations
	2	GFD.74 Web Services Data Access and Integration - The Core (WS-DAI) Specification, Version 1.0 REC	Open Grid Forum	Спецификация ядра Web-сервисов интеграции и доступа к данным (версия 1)	4	Open Cloud Computing Interface (OCCI) , developed by Open Grid Forum	GFD.183: OCCI Core 1.1 GFD.184: OCCI Infrastructure 1.1 GFD.185: OCCI HTTP Restful Rendering (OGF published standards / Proposed Recommendations)	The Open Cloud Computing Interface is a RESTful boundary protocol and API that acts as a service front-end to a provider's internal management framework. OCCI describes APIs that enable cloud service providers to expose their services. It allows the deployment, monitoring and management of virtual workloads (like virtual machines), but is applicable to any interaction with a virtual cloud resource through defined http(s) header fields and extensions. OCCI endpoints can function either as service providers or service consumers, or both.
3	GFD.76 Web Services Data Access and Integration - The Relational Realisation (WS-DAIR) Specification, Version 1.0 REC	Open Grid Forum	Web сервис-спецификация реляционной реализации интеграции и доступа к данным, версия 1.0	5	Server Management Command Line Protocol (SM CLP), developed by Distributed Management Task Force (DMTF)	DSP0224 (DMTF Standard)	DMTF's Systems Management Architecture for Server Hardware (SMASH) standard is a suite of specifications that deliver architectural semantics, industry standard protocols and profiles to unify the management of the data center. The SMASH Server Management (SM) Command Line Protocol (CLP) specification enables simple and intuitive management of heterogeneous servers in the data center. SMASH takes full advantage of the DMTF's Web Services for Management (WS-Management) specification - delivering standards-based Web services management for server environments. Both provide server management independent of machine state, operating system state, server system topology or access method, facilitating local and remote management of server hardware. SMASH also includes the SM Managed Element Addressing Specification, SM CLP-to-CIM Mapping Specification, SM CLP Discovery Specification, SM Profiles, as well as a SM CLP Architecture White Paper.	
4	GFD.88 ByteIO OGSAB@ WSRF Basic Profile Rendering 1.0 REC	Open Grid Forum	Базовый профиль перепредставления 1.0 Байтовый ввод/вывод	6	Service-oriented Cloud Computing Infrastructure (SOCCI) Framework,	Open Group SOCCI	Developed by The Open Group SOA and Cloud Work Groups, SOCCI is the realization of an enabling framework of service-oriented components for infrastructure to be provided as a service in SOA solutions and the cloud. Using SOCCI, organizations can incorporate Cloud-based resources and	

	5	GFD.90 A Simple API for Grid Applications (SAGA) REC	Open Grid Forum	Простой интерфейс прикладного программирования для Грид-приложений				
	6	GFD.108 OGSA@ Basic Execution Service Version 1.0 REC .	Open Grid Forum	Базовый сервис исполнения				
	7	GFD.111 JSDL HPC Profile Application Extension, Version 1.0 REC	Open Grid Forum	Язык описания представления задачи профиля высокопроизводительных вычислений для расширения приложения				
	8	GFD.129 The Storage Resource Manager Interface Specification Version 2.2 REC A.	Open Grid Forum	Спецификация интерфейса администратора ресурса хранения				
	8	GFD.136 Job Submission Description Language (JSDL) Specification, Version 1.0 [Obsoletes GFD.56] REC	Open Grid Forum	Язык описания представления задачи Авторы -ИРЭ РАН Спецификация языка описания представления задачи.				
	9	GFD.138 OGSA@ Basic Security Profile 2.0	Open Grid Forum	Основной профиль безопасности,				
	7					developed by The Open Group Service Provisioning Markup Language (SPML) , developed by Organisation for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS)		services into their infrastructure for increased agility and scale, and lower maintenance costs. SPML is an XML-based framework for exchanging user, resource and service provisioning information between cooperating organisations. The goal of SPML is to allow organisations to securely and quickly set up user interfaces for Web services and applications, by letting enterprise platforms such as Web portals, application servers, and service centers generate provisioning requests within and across organisations.
	8					Symptoms Automation Framework (SAF) , developed by Organisation for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS)		The Symptoms Automation Framework (SAF) is architecture for enabling interoperable diagnosis and treatment of complex systems. The architecture is implementation agnostic yet it supports both stateful or real-time processing and postmortem diagnostics.
	9					Topology and Orchestration Specification for Cloud Applications (TOSCA), developed by Organisation for the Advancement of Structured Information Standards (OASIS)		TOSCA will enable the interoperable description of application and infrastructure cloud services, the relationships between parts of the service, and the operational behavior of these services (e.g., deploy, patch, shutdown)--independent of the supplier creating the service, and any particular cloud provider or hosting technology.
	10					Usage Record (UR) , developed by Open Grid Forum	Usage Record (UR): GFD.98 (OGF Proposed Recommendation)	The Usage Record standard establishes an XML format for exchange of accounting and service usage data in cloud and grid transactions. The format is intended for exchange of data across arbitrary systems at a level of granularity sufficient to merit reporting of computational time, network transactions, or

	<p>[Obsoletes GFD.86, GFD.99] P-REC</p> <p>10 GFD.194 Open Grid Forum Спецификация прикладного программного интерфейса для управления распределённым ресурсом</p> <p>[Obsoletes GFD.22, GFD.130 and GFD.133] P-REC</p>	<p>11 Web Services Agreement Negotiation Specification (WS-Agreement Negotiation) , developed by Open Grid Forum</p> <p>12 Web Services Agreement Specification (WS-Agreement) , developed by Open Grid Forum</p>	<p>GFD.193: WS-Agreement Negotiation (OGF Proposed Recommendation)</p> <p>GFD.192: WS-Agreement (OGF Full Recommendation)</p> <p>storage. It is oriented toward use in contexts that can aggregate the usage results separately. Defines an offer/counter offer model for dynamic exchange of information between a negotiation initiator and responder. Rounds of negotiation are modeled as a rooted tree with defined states: Advisory, Solicited, Acceptable, and Rejected. Extends WS-Agreement, which provides the XML-formatted machine readable agreement format, to enable negotiation of parameters of existing agreements.</p> <p>WS-Agreement standardizes the terminology, concepts, overall structure and a set of port types and operations for creation, expiration and monitoring of agreements, including WSDL needed to express the message exchanges and resources needed to express the state. Both SOAP-based implementations using WSDL and REST-based implementations exist. Applicable to general machine-readable expression of service agreements, including Service Level Agreements (SLAs).</p>																																															
<p align="center">Технический</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>№</th> <th>Название и версия</th> <th>Организация</th> <th>Описание</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>FTP</td> <td>IETF</td> <td>File Transfer Protocol: The standard Internet protocol for transferring files from one computer to another.</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>HTTP v1.1</td> <td>IETF</td> <td>HyperText Transfer Protocol, the underlying protocol used by the World Wide Web for the transmission of hypertext files.</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>HTTPS</td> <td>IETF</td> <td>A secure version of HTTP, implemented using the secure sockets layer, TLS.</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Multiprotocol Extensions for BGP-4 and Extensions for IPv6 Inter- Domain Routing</td> <td>IETF</td> <td>For internetworking between WAN</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>SOAP version 1.1</td> <td>W3C</td> <td>Simple Object Access Protocol - A lightweight, XML-based messaging protocol that is the encoding standard for web services messages.</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>SOAP version 1.2</td> <td>W3C</td> <td>see SOAP version 1.1</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>TCP/IP version 4</td> <td>IETF</td> <td>Transmission Control Protocol/Internet Protocol, the basic communication protocol that is the foundation of the Internet.</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>WS-I Basic Profile 1.1</td> <td>WS-I</td> <td>Web Services Interoperability Profile - a set of non-proprietary Web services specifications, along with clarifications and amendments to those specifications that promote interoperability.</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>WS-I Simple SOAP Binding Profile 1.0</td> <td>WS-I</td> <td>The Profile defines the use of XML envelopes for transmitting messages and places certain constraints on their use.</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>WS-I Attachments Profile 1.0</td> <td>WS-I</td> <td>Defines a MIME multipart/related structure for packaging attachments with SOAP messages.</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>TCP/IP version 4</td> <td>IETF</td> <td>Transmission Control Protocol/Internet Protocol, the basic communication protocol that is the foundation of the Internet.</td> </tr> </tbody> </table>	№	Название и версия	Организация	Описание	1	FTP	IETF	File Transfer Protocol: The standard Internet protocol for transferring files from one computer to another.	2	HTTP v1.1	IETF	HyperText Transfer Protocol, the underlying protocol used by the World Wide Web for the transmission of hypertext files.	3	HTTPS	IETF	A secure version of HTTP, implemented using the secure sockets layer, TLS.	4	Multiprotocol Extensions for BGP-4 and Extensions for IPv6 Inter- Domain Routing	IETF	For internetworking between WAN	5	SOAP version 1.1	W3C	Simple Object Access Protocol - A lightweight, XML-based messaging protocol that is the encoding standard for web services messages.	6	SOAP version 1.2	W3C	see SOAP version 1.1	7	TCP/IP version 4	IETF	Transmission Control Protocol/Internet Protocol, the basic communication protocol that is the foundation of the Internet.	8	WS-I Basic Profile 1.1	WS-I	Web Services Interoperability Profile - a set of non-proprietary Web services specifications, along with clarifications and amendments to those specifications that promote interoperability.	9	WS-I Simple SOAP Binding Profile 1.0	WS-I	The Profile defines the use of XML envelopes for transmitting messages and places certain constraints on their use.	10	WS-I Attachments Profile 1.0	WS-I	Defines a MIME multipart/related structure for packaging attachments with SOAP messages.	11	TCP/IP version 4	IETF	Transmission Control Protocol/Internet Protocol, the basic communication protocol that is the foundation of the Internet.	
№	Название и версия	Организация	Описание																																															
1	FTP	IETF	File Transfer Protocol: The standard Internet protocol for transferring files from one computer to another.																																															
2	HTTP v1.1	IETF	HyperText Transfer Protocol, the underlying protocol used by the World Wide Web for the transmission of hypertext files.																																															
3	HTTPS	IETF	A secure version of HTTP, implemented using the secure sockets layer, TLS.																																															
4	Multiprotocol Extensions for BGP-4 and Extensions for IPv6 Inter- Domain Routing	IETF	For internetworking between WAN																																															
5	SOAP version 1.1	W3C	Simple Object Access Protocol - A lightweight, XML-based messaging protocol that is the encoding standard for web services messages.																																															
6	SOAP version 1.2	W3C	see SOAP version 1.1																																															
7	TCP/IP version 4	IETF	Transmission Control Protocol/Internet Protocol, the basic communication protocol that is the foundation of the Internet.																																															
8	WS-I Basic Profile 1.1	WS-I	Web Services Interoperability Profile - a set of non-proprietary Web services specifications, along with clarifications and amendments to those specifications that promote interoperability.																																															
9	WS-I Simple SOAP Binding Profile 1.0	WS-I	The Profile defines the use of XML envelopes for transmitting messages and places certain constraints on their use.																																															
10	WS-I Attachments Profile 1.0	WS-I	Defines a MIME multipart/related structure for packaging attachments with SOAP messages.																																															
11	TCP/IP version 4	IETF	Transmission Control Protocol/Internet Protocol, the basic communication protocol that is the foundation of the Internet.																																															

В таблице показаны основные стандарты и документы для обеспечения интероперабельности в грид и облаках на всех уровнях модели. Можно сказать, что стандарты на техническом уровне интероперабельности общие, а на семантическом и организационном уровнях имеются значительные отличия. Из таблицы видно, что организация Open Grid Forum разрабатывает стандарты, как для грид так и для облаков. Данный перечень стандартов не является полным, и мы работаем над его расширением и уточнением [13-16]. Авторы будут рады участию всех заинтересованных лиц и организаций в коллективном обсуждении, как это предусмотрено правилами стандартизации.

В рамках данной статьи этап 5 методики («Реализация») не рассматривается.

Дополнительные этапы

Как известно, этап 6 («Аттестационное тестирование») – отдельная большая и сложная организационно-методическая задача.

После согласования состава профиля можно приступить к выполнению этапов 7 и 8 (см. рис.1). Для выполнения дополнительных этапов авторы использовали следующие документы:

- ГОСТ Р (в стадии утверждения) «Информационные технологии. Архитектура служб открытой Грид-среды. Термины и определения»» (см. п.9 рис.1.), а также другие разработанные нами стандарты и, кроме того, зарубежные документы
- SIENA European Roadmap on Grid and Cloud Standards for e-Science and Beyond <http://www.sienainitiative.eu/Repository/Files/caricati/8ee3587a-f255-4e5c-aed4-9c2dc7b626f6.pdf>
- NIST Cloud Computing Standards Roadmap Working Group http://www.nist.gov/itl/cloud/upload/NIST_SP-500-291_Jul5A.pdf

Глоссарий для Grid (этап 9) практически разработан, а для облаков его предстоит еще разработать.

Заключение

Предложена методика обеспечения интероперабельности для Grid и облаков. Методика использует принципы системной инженерии, базируется на едином подходе, разработанном авторами ранее и зафиксированном в ГОСТ Р 55062-2012. Существуют различия в содержании этапов методики для Grid и облаков, которые находят отражение в составе профилей и реализации. Можно утверждать, что профиль Grid и профиль облаков имеют общие стандарты на техническом уровне и отличающиеся на более высоких уровнях. По завершению разработки методики целесообразно, чтобы она получила статус ГОСТ Р. Для этого обязательным условием должно служить активное коллективное обсуждение документа, и авторы приглашают все заинтересованные лица и организации.

Литература

- [1] Технология открытых систем. Москва: Янус-К, 2004. Под общей редакцией А.Я.Олейникова.
- [2] Журавлев Е.Е., Корниенко В.Н., Олейников А.Я. Вопросы стандартизации и обеспечения интероперабельности в GRID-системах. // Распределенные вычисления и Grid-технологии в науке и образовании: Труды 4-й междунар. конф. (Дубна, 28 июня – 3 июля, 2010 г.). Дубна. 2010. С. 364-372.
- [3] Журавлёв Е.Е., Корниенко В.Н., Олейников А.Я. Исследование особенностей проблемы интероперабельности в GRID-технологии и технологии облачных вычислений. // Распределенные вычисления и Grid-технологии в науке и образовании: Труды 5-й международной

конференции (Дубна, 16-21 июля, 2012 г.).- Дубна: ОИЯИ, 2012 —С. 312-320.

[4] Иванов С.В. Вопросы интероперабельности в облачных вычислениях // Распределенные вычисления и грид-технологии в науке и образовании: Труды 5-й международной конференции (Дубна, 16-21 июля, 2012г). Дубна: ОИЯИ. 2012. С. 321-325.

[5] ГОСТ Р 1.2-2004 " Национальный стандарт Российской Федерации. Стандартизация в Российской Федерации. Стандарты национальные Российской Федерации. Правила разработки, утверждения, обновления и отмены"// ГОСТ Эксперт - база ГОСТов РФ. 2014. URL: <http://gostexpert.ru/gost/gost-1.2-2004> (дата обращения: 20.09.2014).

[6] Ian F., Yong Z., Ioan R., Shiyong L. Cloud Computing and Grid Computing 360-Degree Compared [Электронный ресурс] // Microsoft Academic Search <http://academic.research.microsoft.com/>: [сайт]. [2008]. URL: <http://academic.research.microsoft.com/Publication/50721241> (дата обращения: 27.06.2013).

[7] Журавлев Е.Е., Корниенко В.Н., Олейников А.Я., Широбокова Т.Д. Модель открытой Грид-системы [электронный ресурс] // Журнал радиоэлектроники (электронный журнал) – 2012. - №12 . - URL: <http://jre.cplire.ru/koi/dec12/3/text.html> (проверено 21.05.2014).

[8] Журавлёв Е.Е., Иванов С.В., Олейников А.Я. Модель интероперабельности облачных вычислений [Электронный ресурс] // Журнал радиоэлектроники (электронный журнал), – 2013. – № 12. - URL: <http://jre.cplire.ru/jre/dec13/12/text.pdf> (проверено 21.05.2014).

[9] ГОСТ Р 55062-2012 Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения [Электронный ресурс] // Центр открытых систем ИРЭ РАН. Создание и внедрение профилей на основе технологии открытых систем: [сайт]. [2012]. URL:

http://opensys.info/files/data_20130514161145.pdf (дата обращения: 19.06.2013).

[10] Журавлев Е.Е., Иванов С.В., Каменщиков А.А., Олейников А.Я., Разинкин Е.И., Рубан К.А. Интероперабельность в облачных вычислениях // [электронный ресурс] Журнал радиоэлектроники (электронный журнал), – 2013. – № 9. URL:

<http://jre.cplire.ru/jre/sep13/4/text.pdf> (проверено 21.05.2014).

[11] Журавлев Е.Е., Корниенко В.Н. Тенденции в стандартизации интероперабельности в Грид и облачных технологиях // Сборник трудов III Международной конференции "ИТ-Стандарт 2012". Москва, МИРЭА. 16-17 октября 2012. pp. 123-130.

[12] Zhuravlev E.E., Olejnikov A.Y. The study of the interoperability problems in the grid-based technologies and cloud computing. // Distributed Computing and Grid-technologies in Science and Education: Book of Abstr. of the 5th Intern. Conf. Dubna. July 16-21 2012. P. 173.

[13] Grid and cloud computing [Электронный ресурс] etsi.org: [сайт]. URL: <http://www.etsi.org/technologies-clusters/technologies/grid-and-cloud-computing> (дата обращения: 13.10.2014).

[14] Australian Government Technical Interoperability Framework

[Электронный ресурс] finance.gov.au: [сайт]. URL:

http://www.finance.gov.au/files/2012/04/AGTIF_V2_-_FINAL.pdf (дата обращения: 13.10.2014).