

МЕТОДОЛОГИЯ СТАНДАРТИЗАЦИИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ ШИРОКОГО КЛАССА

Аналитический обзор

Ю. В. Гуляев*, Е. Е. Журавлев**, А. Я. Олейников*

*Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН

**Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН

Получена 27 февраля 2012 г.

Аннотация. Аналитический обзор подготовлен при поддержке РФФИ (проект 11-07-11000-ано) и содержит результаты исследований в области интероперабельности за период 2006-2010 году. Проведен общий анализ «проблемы интероперабельности», рассмотрены наиболее актуальные задачи по решению проблемы, рассмотрены проблематика и важнейшие фундаментальные и практические результаты исследований в России, выполненных в основном в рамках проектов РФФИ.

Ключевые слова: информационные системы, стандартизация,, открытые системы, модель, интероперабельность, профиль.

Abstract. Analytical review is prepared with RFBR support (grant 11-07-11000-ano) and contain the results of researches fulfilled during 2006-2010 years. Common analyze of “interoperability problem” is carried out, the most actual tasks of problem decision are considered. The problematic and the most important basic and practical results in Russia, mainly obtained within the limits of RFBR grants, are presented.

Key words: information systems, standardization, open systems, model, interoperability, profile.

Введение

В настоящее время всё большую роль в области информационных технологий играет так называемая «проблема интероперабельности». Понятие «интероперабельность» будет подробнее обсуждаться ниже, пока же скажем,

что в рамках данного обзора под интероперабельностью будем понимать способность систем и компонентов к взаимодействию, основанному на использовании информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Причина того, что в настоящее время проблема интероперабельности приобретает всё большее значение, лежит, в первую очередь, в том, что сегодня практически ни одна сфера жизни не обходится без использования ИКТ, а их развитие и насыщение разнородными средствами вычислительной техники привело к созданию гетерогенной среды, в которой разнородные компоненты должны взаимодействовать друг с другом. причем уровень гетерогенности постоянно увеличивается. Основным инструментом решения проблемы интероперабельности или «прозрачности» гетерогенной среды выступает последовательное применение принципов открытых систем и методологии функциональной стандартизации. Тематика открытых систем имеет фундаментальные и прикладные аспекты, фундаментальные аспекты решаются в основном в рамках проектов РФФИ, где выполнено, начиная с 1993 г. более 20 проектов. До последнего времени эти проекты выполнялись в рамках рубрики 07-897 «Методология стандартизации информационных, вычислительных и коммуникационных ресурсов» (с 2012 года 07-246).

Отметим, что свойство интероперабельности, наряду со свойством переносимости, составляет одно из важнейших свойств открытых систем, и в настоящее время всё большее внимание уделяется именно вопросам обеспечения интероперабельности для информационных систем (ИС) различного масштаба (от наносистем до GRID-систем и сверхсложных систем) и ИС различного назначения. Особенно много работ появляется в связи с решением задач формирования и развития информационного общества, включая такие сферы, как наука, образование, здравоохранение, государственное управление, библиотечное и музейное дело. Можно констатировать, что обеспечение интероперабельности является одной из главных основ формирования и развития информационного общества.

Основные результаты по проблеме интероперабельности публиковались в тематическом выпуске журнала «Информационные технологии и вычислительные системы» (<http://www.jitcs.ru> 2009 г., №5). Кроме того, при поддержке РФФИ были проведены пять конференций с международным участием «Стандартизация информационных технологий и интероперабельность» (СИТОП) (2007, 2008, 2009, 2010, 2011 гг). Следует отметить, что долгое время решалась проблема т.н. «технической» интероперабельности, связанная с выбором стандартов на протоколы связи. Эту проблему можно считать к настоящему времени в основном решенной. В настоящее время термин интероперабельность получил расширенное значение. Это связано, главным образом, с тем, что ИКТ в своем развитии стали основой для формирования и развития социо-технических систем. В таких системах существует необходимость не просто в обмене данными, но и в эффективном использовании информации, где понятие «информация» может получать различные смысловые наполнения в зависимости от рассматриваемой отрасли человеческой деятельности. Укрупненно, можно говорить о переходе к «семантической» интероперабельности.

Таким образом, настоящий аналитический обзор построен в основном на материалах проектов РФФИ, и материалах конференций СИТОП, поддержанных РФФИ.

Структура обзора определена методическими указаниями РФФИ по подготовке аналитических обзоров.

Б.1 Общий анализ проблемы интероперабельности

Одной из фундаментальных особенностей развития современных ИКТ выступает формирование гетерогенной ИКТ-среды. В такой среде возникает проблема взаимодействия разнородных компонентов (систем), получившая название «проблема интероперабельности». Общеизвестно, что основным инструментом решения данной проблемы служит планомерное и

последовательное использование принципов открытых систем, в основе которых лежит использование методов функциональной стандартизации и согласованных наборов ИКТ-стандартов – профилей [1,2]. Интероперабельность, наряду со свойствами «переносимость» и «масштабируемость» представляет важнейшее свойство открытых систем. Первоначально термин интероперабельность был введен в техническом смысле, и она достигалась за счет использования стандартных протоколов связи. В настоящее время термин интероперабельность получил расширенное значение, можно говорить о «семантической» (смысловой) интероперабельности, которая достигается за счет использования «семантических» стандартов [3]. Книга [3] содержит более 130 ссылок на публикации в области интероперабельности. Ниже будет показано, что семантическая интероперабельность сама может структурироваться (синтаксическая, прагматическая, динамическая, и т.д.).

Области существования проблемы

Можно утверждать, что проблема интероперабельности существует для ИС всех классов. Как известно, можно выделить несколько классов информационных систем [4]:

1.1 Классификация по архитектуре

1.2 Классификация по степени автоматизации

1.3 Классификация по характеру обработки данных

1.4 Классификация по сфере применения

1.5 Классификация по охвату задач (масштабности)

Любой заинтересованный специалист может убедиться сам, набрав в одной из поисковых систем, лучше в GOOGLE, класс интересующей его системы, например «геоинформационная система» и слово

«интероперабельность». Наиболее интересными с точки зрения интероперабельности представляются два последних класса.

Интероперабельность по (сфере) областям применения

Интенсивное использование ИКТ во всех сферах (областях) применения привело к таким понятиям как электронная наука (e-science), электронное здравоохранение (e-health), электронное образование (e-education), электронный бизнес (e-business), электронное правительство (e-government) и др. Следует подчеркнуть, что проблема обеспечения интероперабельности распространяется на ИС всех областей применения, поскольку практически ни одна область знаний и экономики и информационное общество в целом не может сегодня развиваться без использования ИКТ (см. рисунок 1) [2].

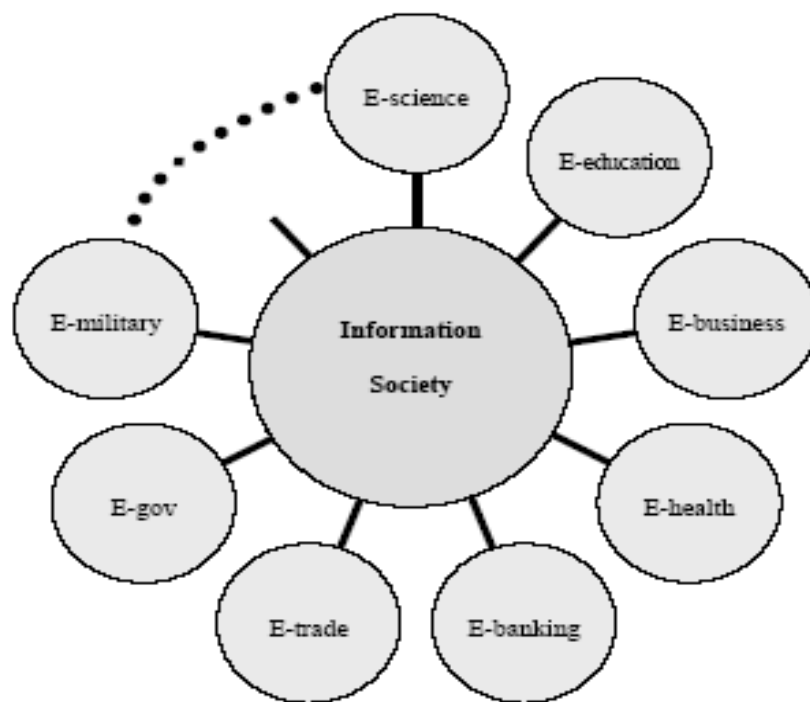


Рисунок 1 – Компоненты информационного общества.

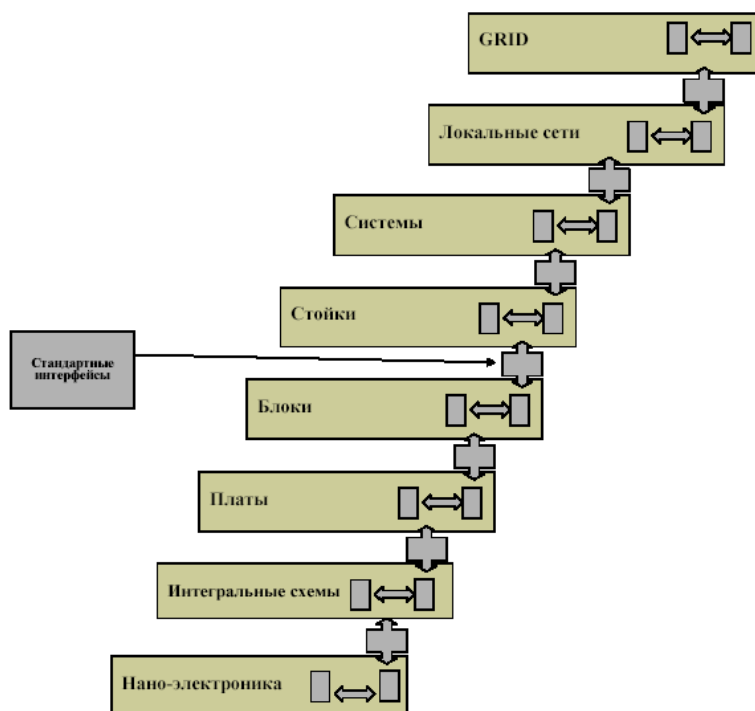
Интероперабельность информационных систем различного масштаба

Рисунок 2 – Интероперабельность информационных систем различного масштаба.

На рисунке 2 показана иерархия ИС различного масштаба. Эта иерархия может быть дополнена облачными вычислениями (<http://standards.ieee.org/news/2011/cloud.html>). На самом верху приведенной выше иерархии, повидимому, находится т.н. «система систем» (System of systems - SoS). Как определено в документе ISO/IEC 24765, система систем – большая, обладающая уникальными возможностями система, образованная в результате объединения нескольких систем, способных независимо предоставлять продукцию и услуги.

Для SoS интероперабельность представляет собой основополагающее качество [5].

Интероперабельность как свойство конкурентоспособности организаций

Интенсивное применение ИКТ в различных организациях (исследовательских, образовательных, лечебных учреждениях, предприятиях и др.) привело к понятию электронное предприятие (e-enterprise) [6,7]. Соответственно, возникло понятие интероперабельность предприятия (enterprise interoperability) (http://cordis.europa.eu/fp7/ict/enet/ei-isg_en.html). При этом выделяется «внутренняя» интероперабельность, которая относится к информационной инфраструктуре (корпоративной системе) организации и «внешняя» интероперабельность, которая определяет конкурентоспособность организаций на рынке. Пока в России только одна организация заявила о себе, как об «электронном предприятии» - МГТУ им.Н.Э.Баумана (<http://pr.bmsturu/?=p2598>).

Проблема интероперабельности и инновационность

Как известно, заключительным этапом инновационной цепочки, начинающейся с фундаментальных исследований, выступает этап выхода продукта на рынок. Для ИКТ-продуктов важным условием конкурентоспособности выступает свойство интероперабельности. Поэтому большинство компаний-производителей придают большое значение обеспечению интероперабельности своих продуктов и ведут целенаправленную техническую политику в этом направлении.

Интероперабельность и профессиональная карьера

Сегодня можно сказать, что успех человека в своей профессиональной карьере, владение ИКТ-технологиями привели к понятию электронная карьера (e-career) и можно говорить о конкурентоспособности личности, компетентности, в основе которой лежит интероперабельность конкретного человека (http://www.ecompetences.eu/site/objects/download/5130_eCareerCWAapproved.pdf)

Стандарты интероперабельности – «нейтральная полоса» в войне стандартов.

Повторим, что в основе обеспечения интероперабельности лежит использование стандартов ИКТ. Как известно, в мире идёт «война стандартов» в том числе и области ИКТ-технологий, но основная война идет между стандартами на продукцию, стандарты же открытых систем, в том числе, стандарты интероперабельности не являются «полем сражения», а скорее могут считаться «нейтральной полосой» - в их востребованности заинтересованы все участники (разработчики, поставщики и пользователи) [3].

Интероперабельность и сдвиг парадигмы при создании информационных систем.

Как известно, с течением времени произошел сдвиг парадигмы в построении ИС – в настоящее время ИС строятся не как монолитные системы, а из коммерчески доступных программно-аппаратных модулей со стандартными интерфейсами, обеспечивающими интероперабельность, т.н. Commercial of the shelves products COTS-products [8,9]. Отсюда следует, что обеспечение интероперабельности – одно из главных требований при построении современных ИС.

Таким образом, можно сделать вывод, что проблема интероперабельности представляет в настоящее время наиболее важное направление развития технологии открытых систем и ИКТ в целом, применяется к системам всех классов, имеет инновационную направленность, в её решении заинтересованы все участники процесса информатизации. Хотя над проблемой работают многие организации и исследователи, но она далека от решения и требует выполнения ряда задач.

Б.1.1 Наиболее актуальные задачи

К задачам, требующим выполнения для решения проблемы интероперабельности можно отнести:

- вопросы терминологии
- виды и модели интероперабельности
- измерение интероперабельности
- выбор объектов стандартизации – ключевых интерфейсов
- исследование особенностей обеспечения интероперабельности для систем различных классов
- выработка единого подхода к обеспечению интероперабельности
- создание нормативно-технических документов: стандартов, профилей, рекомендаций, методик и сводов правил
- оценка экономического эффекта

Рассмотрим более подробно названные задачи.

Вопросы терминологии

В настоящее время используется множество определений понятия «интероперабельность», поскольку многие организации дают собственные определения, исходя из стоящих перед ними задач. В работе [10] выявлено 22 определения. В работе [11] показано, что за последнее десятилетие было предложено около 30 определений, при этом там же отмечается, что в последние 3 - 4 года наблюдается тенденция к выделению небольшого количества определений, вокруг которых происходит консолидация заинтересованных сторон. Обычно считается, что следует пользоваться определениями, которые дают официальные организации стандартизации, в первую очередь ISO, как обеспечивающие наиболее высокий уровень консенсуса. Вопрос требует внимательного изучения, но в рамках данного обзора под *интероперабельностью* мы будем понимать *способность двух или*

более систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена [12].

Интероперабельность и родственные понятия

Наряду с понятием «интероперабельность» в литературе используется еще целый ряд родственных понятий, такие как совместимость на уровне протоколов передачи данных (coexistent), способность к соединению (interconnectable), взаимодействию (interworkable) и т.д. [2,3]. О соотношении этих понятий можно судить по рисунку 3, на котором видно, что интероперабельность представляет собой частный случай совместимости (compatibility).

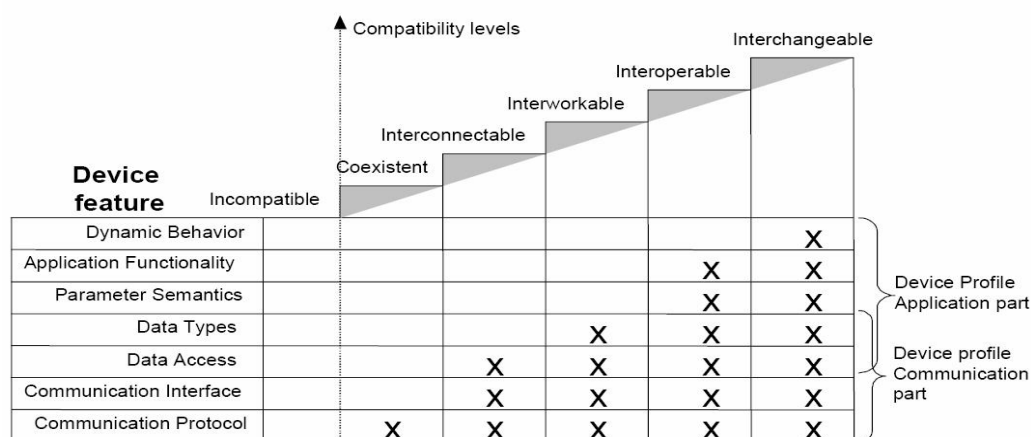


Рисунок. 3 – Соотношение понятий, родственных с понятием интероперабельности (источник IEC/TR 62390).

Следует оговориться, что в документе IEC/TR 62390 интероперабельность рассматривается применительно к системам автоматизированных производств, для которых выделяется и более высокий, чем интероперабельность, уровень совместимости, а именно - взаимозаменяемость (interchangeable). Установление соотношений между

понятиями, отражающими способность систем к эффективной совместной работе – актуальная задача.

Интегрированные системы и интероперабельные системы

Необходимо отметить также разницу между интегрированными системами и интероперабельными системами. Интегрированная система предполагает, что входящие в неё подсистемы работают по согласованному алгоритму, или, другими словами, имеют единую точку управления. В интероперабельной системе входящие в неё подсистемы работают по независимым алгоритмам, не имеют единой точки административного управления, всё управление определяется единым набором стандартов [13].

Виды и эталонные модели интероперабельности

В зависимости от того, какие механизмы задействованы для достижения интероперабельности, принято выделять различные ее виды. Сведения о некоторых упоминаемых в литературе видах интероперабельности и их краткие характеристики приведены в Таблице 1 [2]. Соответственно, разные организации используют модели интероперабельности с различным числом уровней.

Приведенный список далеко не является исчерпывающим, организации используют множество видов и применяют различные модели интероперабельности, ориентированные на использование от 3 до 9 ее уровней. В работе [18] приведен обзор ряда моделей интероперабельности (проект РФФИ 09-07-00171а). Наличие разных моделей сильно затрудняет выработку единого подхода, поэтому представляется целесообразным разработать эталонную модель интероперабельности и зафиксировать ее в нормативном документе, подобно тому, как это сделано с общеизвестной 7-уровневой моделью взаимосвязи открытых систем (ВОС). Такая модель по существу

может рассматриваться как развитие 7-уровневой модели (см. Рис 4), и может стать интеграционной основой при проведении работ по интероперабельности и развиваться по мере получения важных прикладных результатов.

Таблица 1. Виды интероперабельности и их характеристики

Вид интероперабельности	Характеристика
Техническая	Способность к обмену цифровыми сигналами [14], поддержке согласованных интерфейсов, протоколов и механизмов доступа к информационным ресурсам[15] к обмену сигналами и данными [16]
Синтаксическая	Способность к обмену данными[14,15]
Семантическая	Способность к обмену информацией [14,15,16]
Прагматическая	Способность к совместному использованию информации в контексте решаемых задач [14]
Динамическая	Способность к совместному использованию информации с учётом изменяющихся условий функционирования[14]
Организационная	Способность к согласованному функционированию на основе обмена информацией[16]
Концептуальная	Способность к совместному использованию информации в условиях согласования допущений и ограничений[14]
На основе обмена	Способность преобразования информации к нуждам потребителя[17]
Интеграционная	Способность к формированию пространства, в котором потребитель не ощущает гетерогенности среды[17]

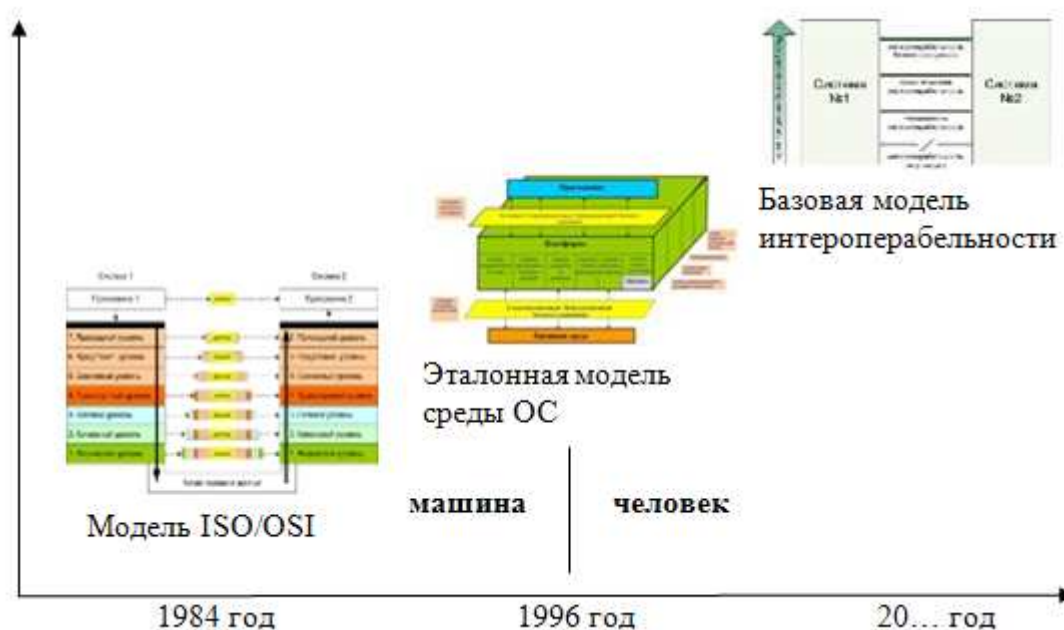


Рисунок 4 – Модели среды открытых систем.

Измерение и управление интероперабельностью

Естественно, встает вопрос: понятие «интероперабельная система» – абсолютное или относительное, т.е. вопрос о том можно ли измерить степень интероперабельности и о методике измерения интероперабельности [2]. При формировании подхода к измерению интероперабельности принципиально важно учитывать, что оценка интероперабельности получается на основе свертки семейства показателей. Упомянутые показатели должны определяться на основе экспертного оценивания, при этом наиболее удобными оказываются шкалы порядка или интервалов, а также нечеткие шкалы. Формирование методик таких измерений, их экспериментальная проверка и сравнение должны быть одними из ближайших направлений развития работ в области интероперабельности. Возможность измерения интероперабельности открывает дорогу к управлению интероперабельностью [19], что представляется важным элементом с точки зрения достижения интероперабельности информационных систем.

Выбор объектов стандартизации – ключевых интерфейсов

Существо метода функциональной стандартизации заключается в выборе объектов стандартизации [1]. Основными объектами стандартизации в проблеме интероперабельности выступают т.н. «ключевые интерфейсы», которые можно разделить на «горизонтальные» - между системами или компонентами одного ранга и «вертикальными» - между системами разных рангов [20]. Соответственно и стандарты можно поделить на «горизонтальные» и «вертикальные» [21,22,23].

Исследование особенностей обеспечения интероперабельности для систем различных классов

Анализ сложившейся ситуации приводит к выводу о том, что за рубежом для систем различных классов уже достаточно давно ведутся систематизированные работы по обеспечению интероперабельности или под руководством государства и даже на межгосударственном уровне, как например в Евросоюзе, или на корпоративном уровне. Эти работы приводят к созданию нормативных документов, таких как Framework, White paper, Guide, имеющих различное конкретное назначение, но свидетельствующие о наличии технической политики по обеспечению интероперабельности. В Таблице 2 приведен ряд документов по обеспечению интероперабельности.

Таблица 2. Наиболее известные документы по обеспечению интероперабельности

Сокращ. название	Полное название	Адрес	Основные документы в области обеспечения интероперабельности
Interop	International Virtual Laboratory for Enterprise Interoperability	http://interop-vlab.eu	ISO 15745 Open Systems application itegration Framework CENISO 16100(multiple part

			Standard) Manufacturing software capability profiling for Interoperability
IDABC	Interoperable Delivery of European eGovernment Services to public Administrations, Businesses and Citizens	http://ec.europa.eu/idabc	European Interoperability Framework v. 1.0(BF)
ATHENA	Advanced Technologies for Interoperability of Heterogeneous Enterprise Networks and their Applications	http://www.eic-community.org	ATHENA Interoperability Framework(AIF) ATHENA Interoperability Profile Version 1.0
BC	Enterprise Interoperability Centre	http://www.eic-community.org	Enterprise Interoperability Research Roadmap v. 4 final Interoperability Profile Version 1.0
OG	Open Group	http://opengroup.org	Business Scenario: The Interoperable Enterprise
IDEAS	IDEAS Roadmap Project	http://www.ideas-roadmap.net	IDEAS Interoperability Framework
COIN	Enterprise Collaboration & Interoperability	http://www.coin-ip.eu	COIN B Services Framework

Как правило, эти документы содержат многоуровневую модель интероперабельности (и эти модели, как правило, отличаются для ИС разных классов). Зачастую документы типа Framework содержат перечни или каталоги стандартов, которые можно рассматривать как профили – понятие из области открытых систем, но только, это - уже профили следующего поколения, включающие стандарты из более высоких уровней интероперабельности. Останавливаться подробно на работах для систем различных классов здесь нет возможности, даже одно перечисление займет много места.

Для области e-science имеются работы [24, 25]. Для области e-health имеется обзорная работа [26], для области e-education обзорная работа [27]. По вопросам интероперабельности в наносистемах также есть обзорная работа [28]. В области e-business периодически выпускается международный журнал International Journal of interoperability in business information systems (<http://www.ibis-journal.net/>).

Оценка экономического эффекта

Совершенно очевидно, что обеспечение интероперабельности, как и открытости систем в целом, должно давать значительный экономический эффект за счет того, что не требуется производить затрат на создание дополнительных интерфейсов (шлюзов, переходных модулей) между различными системами [29]. К сожалению, устоявшихся методик нет, и даже публикаций очень мало [30,31]. Имеются, однако, примеры, говорящие о значительном экономическом эффекте: для автомобильной промышленности США (1 млрд. \$ в год) и для области здравоохранения (29 млрд. \$ в год) [3].

Б 1.2 Проблематика и важнейшие результаты исследований в России

Как уже говорилось, укрупненно можно выделить техническую интероперабельность и семантическую интероперабельность. До 2007 г. работы в России по проблеме интероперабельности велись в рамках более общей проблемы открытых систем, притом рассматривалась только техническая интероперабельность. Кроме проектов РФФИ работы велись в рамках программ РАН, Минобрнауки РФ, Минсвязи РФ, ФЦП «Интеграция» и «Электронная Россия», а также по прямым контрактам с промышленностью и касались большинства задач, указанных в начале п.Б.1.1. Материалы публиковались в основном в тематических выпусках по открытым системам журнала «Информационные технологии и вычислительные системы» за 1997, 2003, 2006 гг. (<http://www.jitcs.ru>). К важнейшим результатам следует отнести разработку целого ряда нормативно-технических документов Госстандарта [1]. Классическим образцом нормативно-технического документа, по обеспечению технической интероперабельности можно считать разработку Рекомендаций Р50.1.022-2002 [32].

Б 1.3 Степень влияния российских учёных

Следует признать, что степень влияния российских ученых оставляет желать много большего. Легко убедиться, что во всем мире по проблеме интероперабельности и связанным с ней стандартам проводится большое количество конференций и совещаний, например в мае 2011 г. прошло заседание рабочей группы «The 2011 FTRA International Workshop on Cloud and Grid Interoperability» (<http://www.ftrai.org/cloudgrid2011>). Издаются периодические журналы, работают общественные организации (форумы). И практически участие российских ученых ничтожно: публикаций нет, публикации [32, 33,34, 35, 36] следует считать исключением, и соответственно нет ссылок, в программные и технические комитеты отечественные специалисты не входят, приятное исключение составляет профессор Л.Калиниченко (ИПИ РАН). Положительным фактом можно считать состоявшееся вступление российских специалистов в Европейскую академию стандартизации (EURAS) (<http://www.euras.org/about-us>).

Б 1.4 Состояние отечественного потенциала - стандартизация ИКТ в РФ.

Поскольку основу работ по интероперабельности составляют ИКТ-стандарты, то и состояние отечественного потенциала в области интероперабельности определяет уровень работ по стандартизации ИТ. К сожалению, долгое время состояние можно было считать неудовлетворительным (<http://www.pcweek.ru/idea/article/detail.php?ID=121816>). Существо проблемы состоит в том, что любой стандарт представляет собой обобщенный передовой опыт, оформленный в виде нормативно-технического документа, и инициатива по разработке стандартов должны исходить в первую очередь, от разработчиков ИКТ и ИКТ-продуктов. Приходится констатировать, что конкурентоспособных отечественных разработок в области ИТ крайне мало, в основном идёт перепродажа зарубежных продуктов и, как следствие,

инициативу по разработке стандартов, а следовательно и финансирование вынуждено брать на себя государство, а государственный бюджет всегда ограничен. В развитых странах ситуация обратная: 90% разработок стандартов осуществляет промышленность. К счастью, разработка стандартов по обеспечению интероперабельности (совместимости, взаимозаменяемости) есть прерогатива государства.

За последние 2 года активизировалась работа по ИТ-стандартизации в нашей стране: при Российском совете по промышленности и предпринимательству создан межотраслевой Совет по техническому регулированию, стандартизации и оценке соответствия в сфере информационных технологий (<http://www.msovit.ru/>), активно начал работать Технический комитет Росстандарта ТК22 «Информационные технологии», к работе которого подключились академические институты (ИПИ РАН, ИСП РАН и ИРЭ им.В.А. Котельникова РАН). Усилиями ТК22 в настоящее время отечественным специалистам предоставлен доступ к «кухне» работы основной международной организации в области ИТ-стандартизации – объединенного технического комитета ISO/IEC JTC1 «Information technologies», его подкомитетов и рабочих групп, с правом голосования по разрабатываемым стандартам, т.е. предоставлена возможность активного участия в работе JTC1.

Кроме того, в конце 2009 г. в Федеральный закон «О техническом регулировании» внесена поправка, согласно которой (Глава 3 Статья 13) к документам в области стандартизации, используемым на территории Российской Федерации, относятся не только национальные стандарты; правила стандартизации, нормы и рекомендации в области стандартизации; применяемые в установленном порядке классификации, общероссийские классификаторы технико-экономической и социальной информации; стандарты организаций; своды правил, но и:

международные стандарты, региональные стандарты, региональные своды правил, стандарты иностранных государств и своды правил иностранных

государств, зарегистрированные в Федеральном информационном фонде технических регламентов и стандартов, а также

надлежащим образом заверенные переводы на русский язык международных стандартов, региональных стандартов, региональных сводов правил, стандартов иностранных государств и сводов правил иностранных государств, принятые на учет национальным органом Российской Федерации по стандартизации.

Представляется, что процедуры по последним двум позициям значительно короче процедуры создания национального стандарта, которая занимает обычно до двух лет [37], однако на практике таких примеров почти нет. В то же время применение этих двух позиций позволило бы сделать качественный переход в области стандартизации ИТ, ликвидировать перманентное отставание.

Б 1.4.1 Обеспеченность научными кадрами

Работы по стандартизации ИКТ, которая составляет основу работ по интероперабельности, требуют профессионально подготовленных кадров, в том числе высшей квалификации. В [38] показано, что в настоящее время в Российской Федерации систематическая подготовка кадров по стандартизации ИТ отсутствует и требует кардинального улучшения.. За рубежом этому вопросу уделяется всё большее внимание. Отрядным явлением можно считать то обстоятельство, что в 2011 г. В МИРЭА открыта кафедра «Стандартизация ИТ». Кадры высшей квалификации защищают диссертации, содержащие ИКТ-стандартизацию как объект или метод исследования, по специальностям 05.13(01-19), и за последние годы защищено лишь несколько кандидатских диссертаций и одна докторская диссертация.

Т.о., можно сделать вывод, что подготовка кадров, в том числе высшей квалификации, по стандартизации ИКТ в нашей стране требует кардинального улучшения.

Б 1.3.2 Обеспеченность научным оборудованием

Для проведения работ по интероперабельности и стандартизации ИКТ в целом требуются два вида информационных систем:

- система принятия решений при обсуждении проектов стандартов;
- система поддержки при разработке стандартов [39]

К системам первого вида относится система поддержки принятия решений СИРИУС НТ: СПР-ТК-МТК-22 предназначенная для решения следующих задач (<http://www.tc22.ru/>):

Система поддержки при переводе зарубежных стандартов находится в стадии разработки [39].

Системы тестирования по некоторым видам стандартов разрабатываются в Институте системного программирования РАН [40].

Б 2 Совокупность исследований, проводимых РФФИ

Б 2.1 Круг задач, решаемых в рамках проектов РФФИ

Техническая интероперабельность

До 2007 г. В РФФИ работы по проблеме интероперабельности (технической) велись в рамках исследовательских, ориентированных, региональных, а также проектов, связанных со стажировками молодых ученых, охватывали большинство задач и заканчивались построением проектов профилей для систем соответствующего класса. Всего было выполнено более 20 проектов. В Таблице 3 приведен перечень наиболее интересных проектов, выполненных в обозреваемый период 2006 -2010 годы.

Таблица 3 Перечень проектов, выполненных за период (2006-2010 г.г.)

№ проекта	Наименование
04-07-96015-р2004урал_в	Развитие технологии открытых систем как интеграционной основы информационной инфраструктуры
04-07-90427-в	Разработка типового профиля безопасности среды открытой системы для научных организаций
05-07-08018-офи_п	Построение профиля для формирования информационной инфраструктуры промышленного предприятия
05-07-90251-в	Методология создания систем интеграции информационных ресурсов на основе подхода открытых систем
05-07-90254-в	Применение методов функциональной стандартизации для интеграции медицинских информационных систем (на примере ЦКБ РАН)
06-07-89297-а	Развитие методологии стандартизации в области открытых систем
07-07-00290-а	Разработка фундаментальных принципов построения Единого информационного пространства в медицине

Б.2.2. Важнейшие полученные результаты, их новизна, степень воздействия на развитие работ по интероперабельности в России.

Важнейшие результаты по технической интероперабельности

К основным полученным результатам следует отнести:

Проект 04-07-96015-р2004урал_в «Развитие технологии открытых систем как интеграционной основы информационной инфраструктуры». На примере Магнитогорского государственного университета разработан профиль информационной системы управления научно-исследовательской деятельностью вуза, использованный для построения системы управления вузом [41].

Проект 04-07-90427-в «Разработка типового профиля безопасности среды открытой системы для научных организаций». На примере Института радиотехники и электроники РАН построен типовой профиль безопасности среды открытой системы для научной организации-пользователя.

Примененный подход основан на синтезированной модели среды распределенной открытой системы и ролевой модели защиты информации [42]. Важность результатов обусловлена тем, что в проблеме интероперабельности вопросы защиты информации играют важную роль, поскольку при обмене информацией между системами предъявляются требования по полноте, целостности и достоверности информации. Согласно мировой практике это достигается использованием стандартов защиты информации и т.н. механизма третьей доверенной стороны с использованием электронной цифровой подписи. К сожалению, в научных исследованиях проблеме защиты информации придается недостаточное значение. Это, видимо, связано с тем, что у научной информации нет денежного выражения стоимости, в отличие, скажем от банковской информации. Введение электронной цифровой подписи избавило бы, например, РФФИ от необходимости получения бумажных копий заявок и отчетов по грантам, т.е. от огромного количества бумажных документов.

Проект 05-07-08018-офи_п «Построение профиля для формирования информационной инфраструктуры промышленного предприятия». Построен профиль для обеспечения технической интероперабельности для промышленного предприятия, на основе которого осуществлено внедрение на Магнитогорском металлургическом комбинате [43, 44,45] Впоследствии на основе полученных результатов начат переход к семантической интероперабельности, и в национальную программу по стандартизации на 2011 г. внесена разработка национального стандарта "Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения"».

Проект 05-07-90251-в «Методология создания систем интеграции информационных ресурсов на основе подхода открытых систем». На основе проведенного анализа моделей, стандартов и средств, применяемых при решениях задач интеграции информационных ресурсов, предложена архитектура виртуальной интеграции разнородных информационных ресурсов и подготовлены рекомендации по их выбору

Проекты 05-07-90254-в «Применение методов функциональной стандартизации для интеграции медицинских информационных систем (на примере ЦКБ РАН)» и 07-07-00290-а «Разработка фундаментальных принципов построения Единого информационного пространства в медицине». Для основных медицинских учреждений РАН г. Москвы предложено решение задачи обеспечения «технической» интероперабельности с целью создания единого информационного пространства и перехода к электронной истории болезни. Разработан профиль МУ РАН, оформленный в виде проекта нормативно-технического документа (стандарта организации) (Рисунок 5) [46] а также разработана общая концепция построения ЕИП медицинских учреждений с вариантами хранения данных пациента.

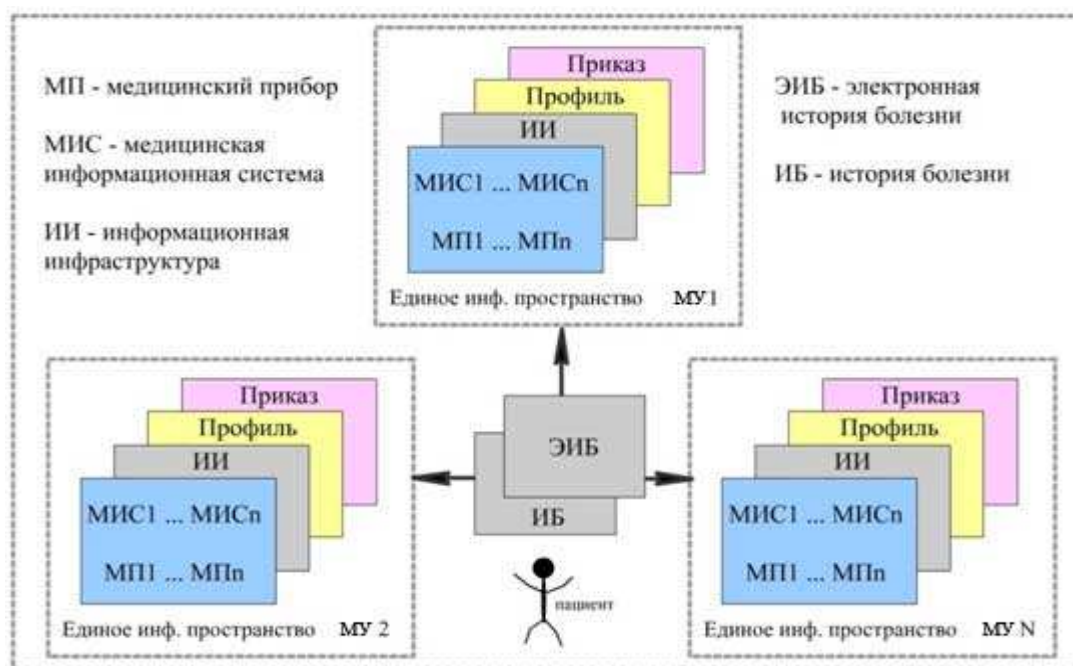


Рисунок 5 – Структура ЕИП МУ РАН.

Приведенная схема применима не только к МУ РАН, но к МУ системы здравоохранения в целом.

Проект 06-07-89297-а «Развитие методологии стандартизации в области открытых систем». В рамках проекта построена синтезированная модель среды открытых систем, учитывающая различные подходы к построению открытых

систем с применением формализованных методов функциональной стандартизации, архитектурного подхода. Разработана эталонная модель среды открытой системы управления электронным документооборотом (СУЭД) и разработан проект нормативного документа - функционального стандарта «Профиль среды открытой СУЭД». Предложена система критериев для оценки приемлемости принимаемого решения при выборе стандартов (при проектировании ИС). Система критериев представлена в виде иерархии, и каждый критерий математически формализован при помощи аппарата нечетких множеств. Разработаны модели и алгоритмы интеллектуальной поддержки принятия решений при выборе стандартов ИТ [47]. Впоследствии на этой основе получен патент РФ №2008147033;

Семантическая интероперабельность

Систематические работы по семантической интероперабельности начались с 2007 г., когда при поддержке РФФИ (07-07-06043-г, 08-07-06051-г, 09-07-06058-г, 10-07-06096-г.) начали проводиться конференции с международным участием «Стандартизация информационных технологий и интероперабельность» СИТОП2007, 2008, 2009, 2010, 2011. В 2009 г. получил поддержку проект РФФИ 09-07-00171-а «Исследование фундаментальных аспектов обеспечения интероперабельности». К важнейшим результатам, полученным в области семантической интероперабельности (проект 09-07-00171-а) можно отнести:

e-science и GRID-системы

На основе анализа 180 стандартов, разработанных Open Grid Forum для обеспечения интероперабельности, был разработан проект профиля для научных исследований и показано, что первоочередным стандартом следует считать язык представления описания задач JSDL, позволяющий

унифицировать способ доступа различных пользователей в GRID-среду и связи разных сегментов GRID (Рисунок 6) [48,49].

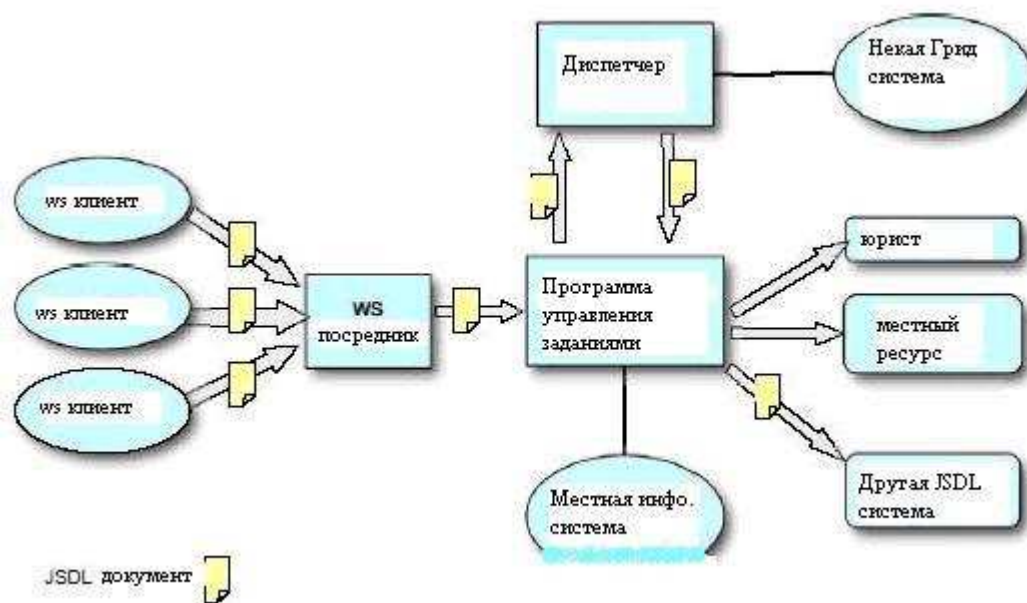


Рисунок 6 – Роль спецификации языка представления описания задач (JSDL).

На основе данного исследования в 2011 г. будет разработан первый национальный стандарт, направленный на обеспечение интероперабельности в области e-science и GRID-технологий «Информационная технология. Спецификация языка представления описания задач (JSDL) Версия 1».

e-health

Предложена методика обеспечения интероперабельности в области здравоохранения, включающая последовательное применение ряда моделей (Рисунок 7) (А.А.Каменщиков. Труды СИТОП2011, www.sitop.conf.ru).

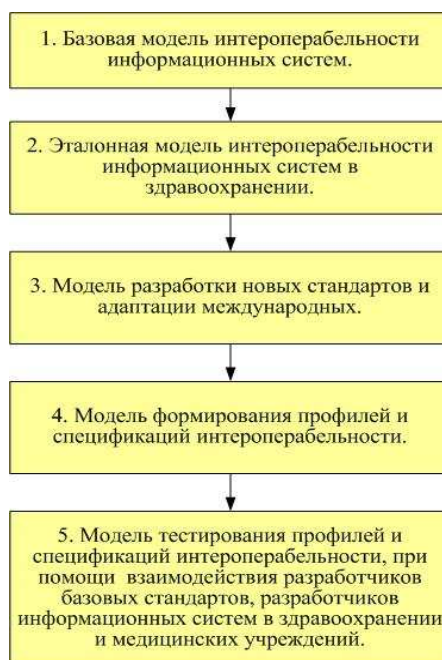


Рисунок 7 – Методика обеспечения интероперабельности в электронном здравоохранении.

Предложенная базовая модель интероперабельности информационных систем в здравоохранении показана на Рисунке 8.

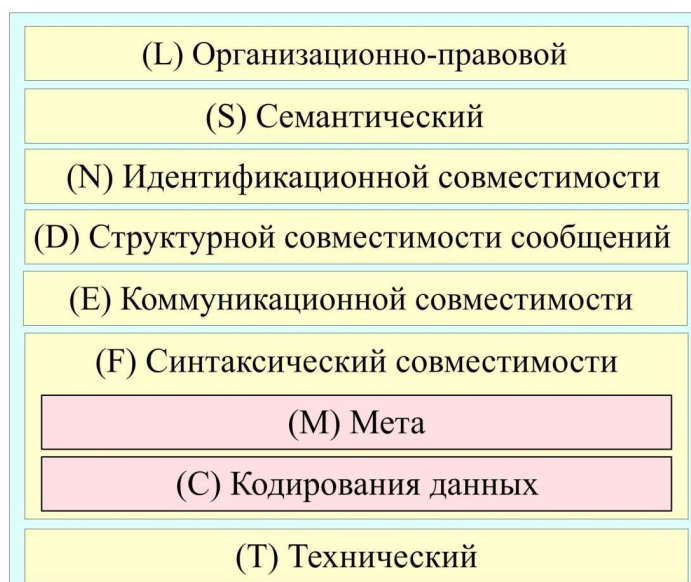


Рисунок 8 – Базовая модель интероперабельности информационных систем в здравоохранении.

Указанные результаты оформлены в виде проекта нормативно-технического документа «Информатизация здоровья. Интероперабельность информационных систем», представленного в Росстандарт для включения в Национальную Программу стандартизации.

e-education

На основе анализа зарубежных работ по обеспечению интероперабельности в области электронного образования, показано что особенности в этой области состоят в том, что стандарты и спецификации можно распределить по четырем частично перекрывающимся областям (см. Рисунок 9).



Рисунок 9 – Области стандартизации электронного образования.

Предложена методика для обеспечения интероперабельности в области электронного образования. Методика по последовательности этапов практически совпадает с методикой для e-science и e-health. Отличие состоит в числе уровней модели интероперабельности и применении на уровнях выше технического стандартов электронного образования [27].

e-enterprise

Как было сказано выше, на основе результатов ориентированного проекта 05-07-08018-офип, в рамках которого был построен профиль для формирования информационной инфраструктуры промышленного предприятия, использованный на Магнитогорском металлургическом комбинате осуществлен переход к обеспечению семантической интероперабельности [7], разрабатывается ГОСТ Р «Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения», который должен быть утвержден Росстандартом в 2012 г. Этот документ фактически можно считать первым национальным стандартом, направленным на обеспечение интероперабельности широкого круга организаций, в первую очередь промышленных предприятий, который должен содействовать их конкурентоспособности.

Методы измерения интероперабельности

В рамках проекта РФФИ № 09-07-00171-а предложены два подхода к измерению интероперабельности: один на основе нечетких шкал [50, 51], [35]. При первом подходе решена задача количественной оценки показателей интероперабельности для распределенных информационных систем и системы систем, для описания которых может быть использована одна из многоуровневых моделей интероперабельности. Предложены наборы показателей и варианты шкал для оценки интероперабельности таких систем. Разработан механизм, позволяющий решить задачу количественной оценки интероперабельности на основе нечеткой модели с учетом весов влияющих характеристик. При втором подходе предложена методика сравнительной оценки информационных систем для определения степени интероперабельности, основанная на расчете средних рангов критериев оценки интероперабельности системы и определения на их основе совокупного

взвешенного ранга, согласно которому система может быть отнесена к одной из восьми степеней интероперабельности.

Единый подход к обеспечению интероперабельности систем всех классов

На основании обобщения результатов, полученных для ряда систем и международного опыта, представляется естественным выработка единого подхода к обеспечению интероперабельности систем по возможности наиболее широкого класса.

Первостепенной задачей единого подхода служит введение на уровне стандарта эталонной модели интероперабельности, подобно хорошо известной 7-уровневой модели взаимосвязи открытых систем ISO 7498-1984 и эталонной модели среды открытых систем ISO/IEC 14252 -1996 [52]. Эта модель может иметь вид, представленный на рисунке 10 [34].

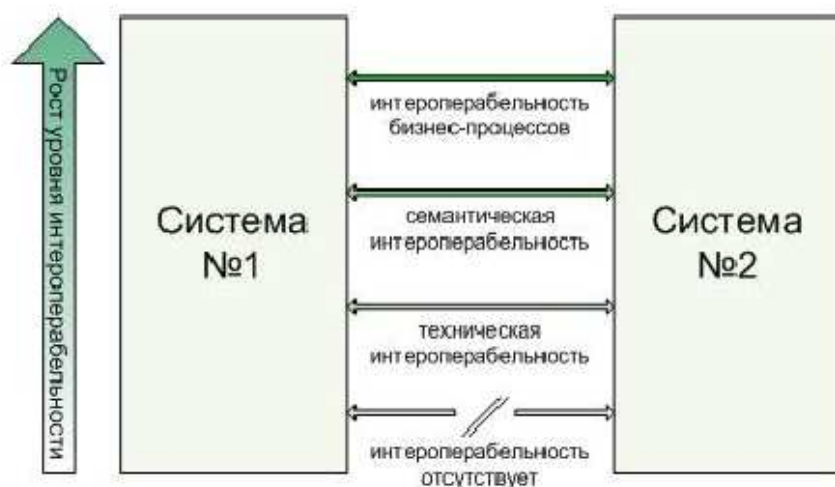


Рисунок 10 – Эталонная модель интероперабельности.

Каждому уровню модели соответствуют свои стандарты. Для конкретных решений эталонная модель может уточняться. Единый подход к обеспечению интероперабельности систем всех классов содержит ряд последовательных этапов (Рисунок 11).



Рисунок 11 – Основные этапы обеспечения интероперабельности.

В предлагаемом подходе для обеспечения интероперабельности используются «строительные блоки» трех степеней интеграции:

- базовые стандарты;
- профили;
- спецификации;

Строительные блоки самой высокой степени интеграции представляют собой документы, которые называются «Спецификации по интероперабельности». На рисунке 12 показана взаимосвязь базовых

стандартов, профилей и «спецификаций интероперабельности». Базовые стандарты распределяются по уровням интероперабельности.

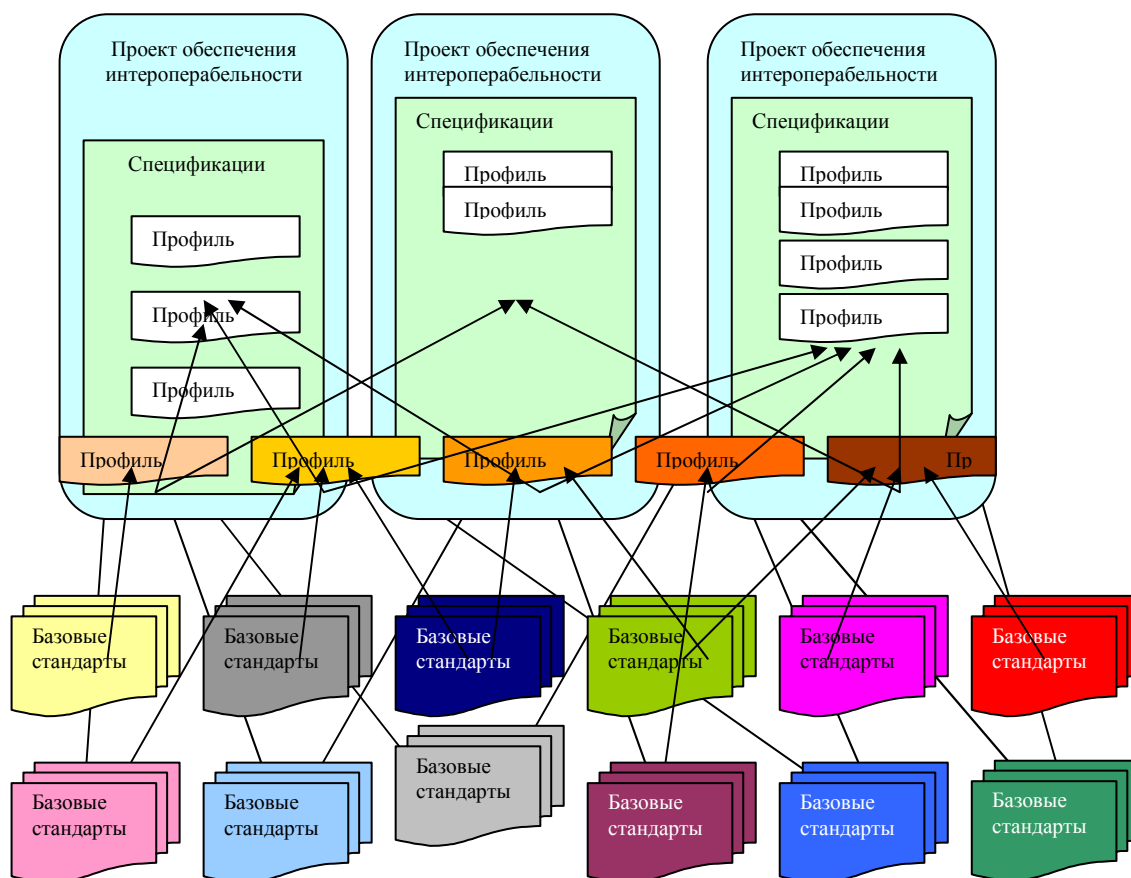


Рисунок 12 – Спецификации интероперабельности.

Заключительным этапом является тестирование на соответствие.

Описанные выше результаты являются новыми для нашей страны и отдельные такие как попытка выработки единого подхода к обеспечению интероперабельности – для мировой науки.

Степень воздействия на развитие работ по интероперабельности в России

Следует отметить, что за последнее время вопросы интероперабельности начинают включаться в целый ряд программ и проектов. К этим документам относятся:

- Национальная программная технологическая платформа (http://tp-npp.ru/index.php?option=com_content&view=category&id=67&Itemid=145).

- Национальная Суперкомпьютерная Технологическая Платформа (<http://www.hpc-platform.ru/tiki-index.php>).

- Концепция стандартизации в области нанотехнологий и наносистем. Утверждена руководством Госкорпорацией Роснано.

- Концепция создания единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения (Приказ Минздравсоцразвития России №364 от 28 апреля 2011 г)

- Технические требования к взаимодействию информационных систем в единой системе межведомственного электронного взаимодействия».

Таким образом, можно сделать вывод, что буквально в последние годы на государственном уровне и уровне ряда ведомств обеспечение интероперабельности на основе использования ИКТ-стандартов становится обязательным пунктом технической ИКТ-политики. По этому пути идет и Таможенный Союз России, Белоруссии и Казахстана, тесно взаимодействуя с ТК22 «Информационные технологии» Росстандарта.

Есть основания полагать, что конференции с международным участием СИТОП2007, СИТОП2008, СИТОП2009 СИТОП2010 «Стандартизация ИТ и интероперабельность», проводившиеся при поддержке РФФИ а также публикации в журналах и обращения в Минсвязи РФ воздействовали на включение проблемы интероперабельности в государственную техническую политику.

Б 2.3 Практические результаты, полученные в результате исследований в рамках проектов РФФИ

К практическим результатам, полученным в рамках проектов РФФИ, следует отнести упомянутые выше:

- внедрение результатов в ряде организаций, в том числе медицинских учреждениях РАН и на Магнитогорском металлургическом комбинате;

- получение ряда патентов;

- разработку ряда нормативно-технических документов, в том числе ГОСТ Р.

Б 3 Степень взаимного соответствия проблематики проектов РФФИ и перечня актуальных задач

Можно убедиться в том, что проблематика проектов РФФИ пока затрагивает не все актуальные задачи, так был отклонен проект по созданию системы поддержки разработки стандартов, не выполнялось проектов по оценке экономической эффективности интероперабельности. Не были поддержаны ориентированные проекты, выполняемые в интересах других ведомств. Научные школы занимающиеся проблемами интероперабельности и требующие поддержки имеются в ИПИ РАН, ВНИИСИ РАН, МИРЭА, МаГУ, Самарском Госаэрокосмическом институте и ряде других организаций.

Заключение

Рассмотрена проблема взаимодействия разнородных информационных систем и компонентов в ИКТ-среде, получившая название «проблемы интероперабельности», в основе решения которой лежит использование стандартов ИКТ и технологии открытых систем. Показано, что проблема интероперабельности актуальна для информационных систем большинства классов, причём, укрупненно, следует выделять техническую интероперабельность и семантическую интероперабельность, роль которой постоянно возрастает. Показано также, что решение проблемы интероперабельности составляет одно из важнейших направлений развития ИКТ, что обусловлено ростом уровня гетерогенности ИКТ-среды и активным созданием социо-технических систем во всех областях (наука, здравоохранение, образование, госуправление, промышленность, военное дело и др.). Таким образом, проблема интероперабельности носит

междисциплинарный и межведомственный характер. Перечислены задачи, которые необходимо решить для решения проблемы в целом и состояние работ в этой области за рубежом и в нашей стране. Приходится констатировать, что работы по проблеме интероперабельности в нашей стране значительно отстают от работ за рубежом, влияние наших учёных крайне слабое. Это объясняется в первую очередь значительным отставанием в области ИКТ-технологий от мирового уровня, практическим отсутствием подготовки специалистов по ИКТ-стандартизации в системе высшего образования, низким уровнем стандартизации ИКТ, отсутствием общепризнанной методологии обеспечения интероперабельности, зафиксированной в нормативно-технических документах. Тем не менее, отмечается, что буквально за последние годы проблема интероперабельности обозначена в ряде документов федерального и ведомственного уровня.

Показано, что проблема интероперабельности, особенно семантической, была поднята и начала решаться при поддержке РФФИ. Названы важнейшие результаты, полученные в рамках проектов РФФИ. Представляется, что РФФИ целесообразно поддерживать не только исследовательские проекты ряда школ по проблеме интероперабельности, но и ориентированные проекты, разъяснив ведомствам-партнерам важность проблемы, а также выйти с инициативой, направленной на кардинальное улучшение ситуации по подготовке специалистов в системе Минобразования и качественное поднятие уровня работ по стандартизации ИКТ в системе Росстандарта.

Литература

1. Технология открытых систем. Под редакцией А.Я. Олейникова. – М.: Янус-К, 2004, 288 с., илл. (проект РФФИ №03-07-95004)
2. В.К. Батоврин, Ю.В.Гуляев, Олейников А.Я. Обеспечение интероперабельности – основная тенденция в развитии открытых систем

- М.: РАН, Информационные технологии и вычислительные системы, 2009.- №5. – С. 7-15] (проект РФФИ 09-07-00171а)

3. State of the art on Semantic IS Standardization Inteoperability @ Quality. Erwin Folmer, Jack Verhoosel. University of Twente 163 pp. <https://noiv.nl/files/2011/03/SOTA.pdf>

4. William S. Davis, David C. Yen The Information System Consultant's Handbook. Systems Analysis and Design. — CRC Press, 1998. — 800 с. — ISBN 0849370019

5. System of Systems. Innovation for 21st century. Edited by Mo Jamshudi, Willey 480 pp.

6. e-Enterprise. Business Models, Architecture, and Components. Faisal Hoque. Cambridge University Press. 304 pp

7. Олейников А.Я., Кочуков А.Н. Обеспечение интероперабельности информационных систем. Сборник тезисов III Международной конференции «Электронный город - Электронная губерния -Электронное государство»: взаимодействие общества, бизнеса и власти», Москва, 20 мая 2010г.,

8. Meyers V.G., Oberndorf P. Managing software acquisition: open systems and COTS products. Addison-Wesley. 2001

9. А.Б. Петров Создание открытых систем предсказуемого поведения с использованием COTS-продуктов, информационные технологии и вычислительные системы, 2006, №3, с.42-48] (грант РФФИ 06-07-89297)

10. Kosanke, K. (2006). ISO Standards for Interoperability: a Comparison. In D. Konstantas, J.-P. Bourrigues, M. Leonard & N. Boudjilda (Eds.), *Interoperability of Enterprise Software and Applications* (pp. 55-64). London: Springer-Verlag.

11. Thomas C. Ford, John M. Colombi, Scott R. Graham, David R. Jacques A Survey on Interoperability Measurement http://www.dodccrp.org/events/12th_ICCRTS/CD/html/papers/096.pdf

12. ISO/IEC 24765:2009, Systems and Software Engineering – Vocabulary
13. Chen, D., Doumeingts, G., & Vernadat, F. (2008). Architectures for enterprise integration and interoperability: Past, present and future. *Computers in Industry*, 59(7), 647-659.
14. J.A.Mugira, A. Tolk Applying a Methodology to Identify Structural Variances in Interoperations //JDMS: The Journal of Defense Modeling and Simulation, Volume 3, Issue 2, April 2006, p.p. 77-93
15. Бездушный А.А., Нестеренко А.К., Сысоев Т.М. и д. Возможности технологий ИСИР в поддержке Единого Научного Информационного Пространства РАН. //Российский научный электронный журнал. Электронные библиотеки. -2004.-т.7.-вып.6.
16. European Interoperability Framework for Pan-European E-government Services. Draft for Public Comments- As Basis for EIF 2.0-1/07/2008
17. Seligman L., Rosenthal A. A Framework for Information Interoperability //The Edge Mitre’s Advanced Technology Nesletter. -2004. – p.p. 3-4
18. Рубан К.А., Олейников А.Я., Модели и стандарты обеспечения интероперабельности. – М: Информатизация образования и науки, 2009, №3, с. 24-33 (проект РФФИ 09-07-00171а)
19. Батоврин В.К. Управление интероперабельностью. // Управление информационной структурой организации на основе технологии открытых систем. Сб. трудов межд. науч.-практ. семинара – Магнитогорск: МаГУ, 2008. – с. 11-13.
20. Батоврин В.К. Использование принципов открытых систем в системной инженерии, Информационные технологии и вычислительные системы, 2006, №3 с.19-39] (грант РФФИ 05-07-90251 и грант РФФИ 06-07-89297).

21. Chari, K., & Seshadri, S. (2004). Demystifying integration. *Communications of the ACM*, 47(7), 58-63.
22. Nickerson, J. V., & Zur Muehlen, M. (2006). The ecology of standards processes: Insights from internet standard making. *MIS Quarterly: Management Information Systems* 30(SPEC. ISS.), 467-488.
23. Steinfield, C. W., Wigand, R. T., Markus, M. L., & Minton, G. (2007). Promoting e- Business through vertical IS standards: lessons from the US home mortgage industry. In S. Greenstein & V. Stango (Eds.), *Standards and Public Policy* (pp. 160-207). Cambridge: Cambridge University Press.
24. Журавлёв Е.Е., Олейников А.Я. Интероперабельность в e-science.- М.: РАН, Информационные технологии и вычислительные системы, 2009., №5. – С. 48-55 (грант РФФИ 09-07-00171а).
25. Morris Riedel, Achim Streit, Thomas Lippert, Felix Wolf, Dieter Kranzmueller Concepts and Design of an Interoperability Reference Model for Scientific- and Grid Computing Infrastructures (<http://www>.
26. А.А. Каменщиков, Интероперабельность в области e-health. Информационные технологии и вычислительные системы, 2009, №5 с.61-71 (грант РФФИ 09-07-00171а)
27. К.А.Рубан. Особенности интероперабельности в области электронного образования. Информационные технологии и вычислительные системы, 2009, №5 с.61-71 (грант РФФИ 09-07-00171а)
28. А.Б. Петров Интероперабельность в наносистемах. Информационные технологии и вычислительные системы, 2009, №5 с.61-71 (грант РФФИ 09-07-00171а).
29. Ю.В.Гуляев, А.Я.Олейников. Состояние и перспективы развития технологии открытых систем, информационные технологии и вычислительные системы, 2006.№3. с.7-18] (грант РФФИ 06-07-89297)
30. А.В. Меркулова. Оценка экономической эффективности функциональной стандартизации, Информационные технологии и вычислительные системы, 2006, №3 с.62-66

31. Legner, C., & Lebreton, B. (2007). Preface to the Focus Theme Section: 'Business Interoperability' Business Interoperability Research: Present Achievements and Upcoming Challenges. *Electronic Markets*, 17(3), 176-186.

32. В.А. Козлов Госпрофиль ВОС России. Версия 3 Информационные технологии и вычислительные системы, 2003, № 3 с. 76-80

33. Yuri Gulyaev, Alexander Oleinikov, Eugene Zhuravlev. Standardization of information technologies in fundamental researches. («Standards of information technologies, from nano till grid»). *Jof IT Standards and Standardization Research*, 7(2), 64-81, July-December 2009)

34. Kamenshchikov A.A., Kornienko V.N., Oleynikov A.Ya. Zhuravlev E.E. Standardization in E-Science in the Russian Federation Proceedings 16th EURAS Annual Standardization Conference 'Standards for Development' - /Edited by Vladislav Fomin, Kai Jakobs / EURAS 2011, p.p 197-206,

35. Oleynikov A. Ya., Petrov A.B., Starikovskaya N.A. Two Methods of Interoperability Estimation for Open Systems Proceedings 16th EURAS Annual Standardization Conference 'Standards for Development'- / Edited by Vladislav Fomin, Kai Jakobs /EURAS 2011, p.p 309-318. 09-07-00171-a]

36. Kamenshchikov A.A., Kornienko V.N., Oleynikov A.Ya. Zhuravlev E.E. Standardization in E-Science in the Russian Federation. Proceedings 16th EURAS Annual Standardization Conference 'Standards for Development'-/ Edited by Vladislav Fomin, Kai Jakobs / EURAS 2011, p.p 197-206

37. А.А.Каменщиков, А.Н. Кочуков, А.Я.Олейников, Т.Д. Широбокова. Методика выбора первоочередных русскоязычных стандартов информационных технологий // Информационные технологии и вычислительные системы – 2008. - №4. – С. 83-94,

38. Батоврин В. К., Подготовка кадров в области ИКТ-стандартизации. Труды «SITOP 2008» (www.opensys.info)
39. А.С. Головин. Современное состояние работ по ИТ-стандартизации. Труды конференции «ИТ-стандарт2011». МИРЭА, (проект 07-
40. Липаев В.В. Системы тестирования ИТ- продуктов на соответствие стандартам Учебник. - М.: СИНТЕГ, 2010. - 270с.
41. Разинкина Е.М., Меркулова А.В.Разработка системы управления ВУЗа на основе принципов и технологии открытых систем. Информационные технологии и вычислительные системы. 2006, №3, 79-87.
42. Гусев М.О., Соколов С.А.. Открытые системы и защита информации в академическом институте. Информационные технологии и вычислительные системы. 2006, №3, с 69-78.
43. Кочуков А.Н. Технология открытых систем а промышленном предприятии. Информационные технологии и вычислительные системы. 2006, №3, с 106-112.
44. Ипатов Ю.В., Кочуков А.Н., Олейников А.Я., Широбокова Т.Д. Применение технологии открытых систем на предприятиях черной металлургии. Известия Вузов. Черная металлургия – М.: 2006, № 5, С. 57-60.
45. Егоров Г.А., Журавлев Е.Е., Королев А.С., Кочуков А.Н., Олейников А.Я., Широбокова Т.Д. Применение технологии открытых систем для создания интегрированных информационных систем промышленных предприятий. Радиопромышленность. Выпуск 2 – М: ОАО «ЦНИИ «Электроника», 2006, С. 90-107.
46. Гончаров Н.Г., Гулиев Я.И., Гуляев Ю.В., Кавинская Ю.М., Каменщиков А.А., Олейников А.Я., Хаткевич М.И. Вопросы создания единого информационного пространства в системе здравоохранения

РАН.– М: РАН, Информационные технологии и вычислительные системы., 2006, № 4, С. 83-94.

47. Батоврин В.К., Королев А.С. Формализация входных переменных для автоматизированной системы выбора стандартов. Информационные технологии и вычислительные системы. 2006, №3, с 53-61.

48. Журавлёв Е.Е., Корниенко В.Н., Олейников А.Я. «Вопросы стандартизации и обеспечения интероперабельности в GRID-системах» Распределенные вычисления и Грид-технологии в науке и образовании: Труды 4-й междунар. конф (Дубна, 28 июня – 3 июля 2010 г.).- Дубна: ОИЯИ, Д – 11 - 2010-140, 2010. – с. 364-372 ISBN 978-5-9530-0269-1

49. Журавлёв Е.Е., Корниенко В.Н., Олейников А.Я. Широбокова Т.Д. Эл.журнал

50. Батоврин В.К., Королев А.С. Способ количественной оценки интероперабельности ИТиВС 2009, №5 стр.91-97

51. А.Б. Петров, Н.А.Стариковская. Методика сравнительной оценки интероперабельности информационных систем Информационные технологии и вычислительные системы 2009 №5 с.82-90

52. Гуляев Ю.В., Олейников А.Я. Состояние и перспективы развития технологии открытых систем. Информационные технологии и вычислительные системы. 2006, №3.с 7-18.