

Технологии информационного общества**НЕКОТОРЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ
ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Статья рекомендована к публикации членом редакционного совета А. Н. Райковым 18.03.2023

Зацаринный Александр Алексеевич

*Доктор технических наук, профессор
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук,
заместитель директора по науке
Москва, Российская Федерация
ipiran@ipiran.ru*

Ионенков Юрий Сергеевич

*Кандидат технических наук
Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук,
старший научный сотрудник
Москва, Российская Федерация
Ionenkov@ipiran.ru*

Аннотация

Статья посвящена вопросам оценки интероперабельности информационных систем (ИС). Представлены основные подходы к обеспечению интероперабельности ИС, включая анализ существующей нормативной базы в данной области, содержание эталонной модели интероперабельности и принципов построения профиля интероперабельности. Отмечены различные подходы к стандартизации интероперабельности, изложенные в международных отечественных нормативных документах, включая определения уровней и протоколов интероперабельности. Рассмотрены вопросы количественной оценки интероперабельности. Проведен анализ возможных рисков достижения интероперабельности, предложены методы их расчета.

Ключевые слова

интероперабельность, модель интероперабельности, профиль стандартов, практический показатель интероперабельности, риски интероперабельности

Введение

В настоящее время информационные системы (ИС) все более широко применяются во всех сферах деятельности и позволяют успешно внедрять и эффективно использовать самые разнообразные ресурсы общества и государства.

Развитие ИС ведется в направлении их интеграции и повышения уровня информационной совместимости. При этом, основополагающим свойством, на основе которого интегрируются различные ИС, является свойство интероперабельности - способности двух или более информационных систем или их компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена [1].

Актуальность обеспечения интероперабельности ИС обусловлена необходимостью:

- формирования гетерогенной инфокоммуникационной среды для функционирования ИС различного назначения;
- повышения уровня информационной совместимости отдельных ИС;
- использования единого набора (профиля) стандартов, имеющих, в первую очередь, открытый характер.

© Зацаринный А. А., Ионенков Ю. С., 2024

Производство и хостинг журнала «Информационное общество» осуществляется Институтом развития информационного общества.

Данная статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons «Атрибуция — Некоммерческое использование — На тех же условиях» Всемирная 4.0 (Creative Commons Attribution – NonCommercial - ShareAlike 4.0 International; CC BY-NC-SA 4.0). См. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/legalcode.ru>
https://doi.org/10.52605/16059921_2024_03_143

Проблема достижения интероперабельности ИС актуальна как для «унаследованных» систем, которые требуется связать с вновь создаваемыми (либо как минимум получить возможность использования их базы данных), так и для проектируемых ИС (хранилищ данных), в которых необходимо предусмотреть возможности реализации взаимодействия с другими ИС в перспективе при изменении требований к ним.

Необходимо также отметить, что в международных и отечественных нормативных документах существуют различные подходы к стандартизации интероперабельности, включая определение уровней и протоколов интероперабельности.

В статье рассматриваются основные подходы к обеспечению интероперабельности ИС, вопросы оценки уровня их интероперабельности, а также возможные риски достижения интероперабельности и их оценка.

1 Основные подходы к обеспечению интероперабельности ИС

В настоящее время в органах государственного управления используются различные информационные системы, информационные технологии и технические средства широкой номенклатуры. Большинство данных систем существенно различаются между собой. Требования в части необходимости информационного взаимодействия и совместимости форм представления данных с информационными системами других ведомств на этапе разработки, как правило, не учитывались. В связи с этим, достижение интероперабельности информационных систем органов государственного управления при организации межведомственного информационного взаимодействия является очень актуальным вопросом.

В настоящее время следует отметить определенную активизацию работ в части развития отечественной нормативной базы в области интероперабельности. В частности, в ГОСТ Р 55062-2021 [1] представлены эталонная модель интероперабельности и методика ее достижения, основой которой является разработка и внедрение профиля интероперабельности. В ГОСТ Р 59796-2021 [2] представлены основные понятия, связанные с понятием «интероперабельность» и описание основных этапов по достижению интероперабельности.

Целью обеспечения интероперабельности ИС является создание единой инфокоммуникационной среды для их функционирования, включающей множество стандартизованных компонентов, способных гибко конфигурироваться и активно взаимодействовать между собой.

Для достижения указанной цели требуется решение следующих основных задач:

- разработка нормативно-технических документов (НТД) государственного и ведомственного уровней, регламентирующих отдельные аспекты обеспечения интероперабельности;
- проведение единой научно-технической политики, направленной на применение единых стандартов при разработке новых и модернизации «унаследованных» систем;
- разработка профиля протоколов ИС, учитывающего и стандарты обеспечения информационной безопасности.

Обеспечение интероперабельности перспективных ИС должно строиться на основе единого подхода, содержащего ряд этапов, зафиксированных в ГОСТ Р 55062-2021: построение архитектуры; построение эталонной модели интероперабельности; построение профиля интероперабельности; программно-аппаратная реализация; аттестационное тестирование.

Архитектура — фундаментальная организация системы, реализованная в ее компонентах, их взаимосвязях друг с другом и с окружающей средой, и руководящие правила проектирования и развития системы. При построении архитектуры следует пользоваться сервис-ориентированным подходом, основанным на использовании распределенных, слабо связанных заменяемых компонентов, оснащенных стандартизованными интерфейсами для взаимодействия по стандартизованным протоколам.

Что касается эталонной модели интероперабельности, то в ряде международных стандартов и отечественных подходов к стандартизации интероперабельности (до принятия ГОСТ Р 55062) существуют различные подходы к определению уровней интероперабельности. В частности, в Европейских Рамках Интероперабельности (European Interoperability Framework) [3] интероперабельность оценивается на трех уровнях:

- уровень технологии, который включает в себя элементы инфраструктуры, такие как линии связи, компьютерные платформы с операционными системами, программное обеспечение стандартное и инструментальное в виде систем управления базами данных, программное приложение для разработки нужных систем и т. д.
- уровень системы включает в себя данные, хранящиеся в любых базах данных, прикладное программное обеспечение, программное обеспечение и средства представления данных;
- уровень задач (бизнеса) включает в себя объекты и процедуры, имеющие непосредственное отношение к фактическим задачам, выполняемым заинтересованными лицами. Это в основном процессы реализации задач, информации, используемые в этих процессах, организационные и правовые условия.

В публикации [4] рассматривались пять уровней интероперабельности: физический; синтаксический; семантический; консолидационный и координационный.

Эталонная модель интероперабельности, принятая в отечественной практике и определенная в ГОСТ Р 55062-2021 содержит три уровня: организационный, семантический и технический (рисунок 1).

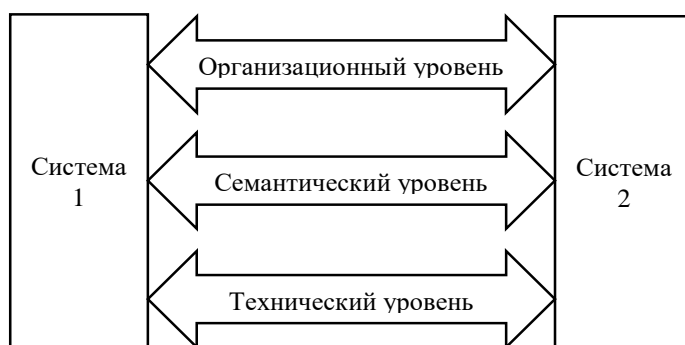


Рисунок 1: Эталонная модель интероперабельности

Организационная интероперабельность достигается за счет применения и единого понимания нормативно-правовых документов (соглашений, договоров о сотрудничестве), согласованностью целей и отношений между взаимодействующими системами, учетом текущих стадий жизненного цикла систем, достижением организационной готовности объектов системы к взаимодействию между собой.

Семантический уровень описывает информационно-лингвистические, смысловые аспекты взаимодействия, т. е. содержательную сторону обмениваемой информации и ее качество. Семантические барьеры интероперабельности систем должны преодолеваются за счет построения стека открытых прикладных протоколов для каждого типа системы.

Интероперабельность на техническом уровне достигается главным образом за счет использования стандартных технологических решений в области телекоммуникаций, реализацией web-сервисов или промежуточного программного обеспечения.

Профиль интероперабельности – согласованный набор стандартов, расположенных по уровням эталонной модели интероперабельности систем конкретного класса.

В целом, построение профиля интероперабельности осуществляется по технологии открытых систем в соответствии с документом Госстандарта Р50.1.041-2002 «Информационные технологии. Руководство по проектированию профилей среды открытой системы организации пользователя». Согласно данному руководству, процесс построения профиля состоит из нескольких этапов: определение области действия; анализ требований; создание логического проекта; создание физического проекта; эксплуатационное проектирование.

Для обеспечения интероперабельности ИС целесообразно разработать профиль, в котором стандарты будут разложены по уровням эталонной модели интероперабельности.

На организационном уровне в профиль интероперабельности должны быть разработаны и включены нормативные документы, в том числе, стандарты, федерального и ведомственного уровней.

На семантическом уровне в состав профиля целесообразно включить стандарты, регламентирующие семантику и форматы данных предметной области, относящейся к ИС.

На техническом уровне в состав профиля должны быть включены стандарты, касающиеся протоколов обмена данными, сетевых протоколов, Web-сервисов и протоколов защиты информации. При необходимости использования шлюзов должны быть разработаны протоколы обеспечения взаимодействия между сопрягаемыми системами на соответствующих уровнях ЭМ ВОС.

В настоящее время за рубежом и в России ведутся исследования проблем интероперабельности в различных областях как в плане стандартизации интероперабельности, так и в части разработки профилей и протоколов интероперабельности, методов количественной оценки интероперабельности и т.д. [5-9].

Важной задачей является также применение методов искусственного интеллекта в интересах повышения качества семантической интероперабельности. В частности, в настоящее время ведутся работы по продвинутому искусственному интеллекту для создания нейросетей GPT (Generative Pre-trained Transformer). В настоящее время развиваются третье и четвертое поколение этих нейросетей (GPT-3 и GPT-4) [10,11]. Широкое распространение получила языковая программная модель (нейросеть) GPT-3, основной функцией которой является предсказание следующего слова или его части, ориентируясь на предшествующие. По сути, она просчитывает связи между словами и предлагает наиболее вероятную последовательность. Основным отличием нейросети GPT-4 является то, что она обрабатывает не только текст, но и изображения.

2 Оценка результатов обеспечения интероперабельности ИС

При создании ИС совместное функционирование двух и более систем должно оцениваться по практическому показателю интероперабельности (функциональной совместимости) [12].

В этом стандарте определены четыре уровня проблемных аспектов, а именно бизнес, процессы, службы и данные, три вида барьеров (концептуальные, технологические, организационные), которые существенно влияют на интероперабельность систем, а также определены три подхода к обеспечению интероперабельности – интегрированный/комплексный, унифицированный, обобщенный используемые для решения указанных проблем и преодоления существующих барьеров. Следует отметить, что определенные данным стандартом уровни проблемных аспектов (бизнес, процессы, службы и данные) отличаются от уровней интероперабельности, определенных в эталонной модели (организационный, семантический и технический) [1]. При этом бизнес-уровень примерно соответствует организационному уровню, уровень процесса – семантическому, а уровни службы и данных – техническому.

Практический показатель интероперабельности определяется экспертным путем как среднее значение в соответствии с пятью значениями уровней зрелости (от 0 до 4) для каждого из четырех аспектов функциональной совместимости (бизнес, процессы, службы и данные) с учетом трех барьеров к реализации функциональной совместимости (концептуальных, технических, организационных). Пример оценки интероперабельности приведен в таблице 1 [12].

Таблица 1. Оценка интероперабельности

	Концептуальные	Технические	Организационные	Среднее значение
Бизнес-уровни	3	2	2	2,5
Уровни процесса	3	2,5	1	2
Уровни службы	3	3	2	3
Уровни данных	2	3	1,5	2
Суммарный балл				2

Кроме того, для отдельных случаев сопряжения могут разрабатываться оригинальные методики оценки результатов обеспечения интероперабельности. Примером такой методики является, например, методика количественной оценки интероперабельности, представленная в [13].

3 Анализ возможных рисков обеспечения интероперабельности ИС

Под риском понимается эффект неопределенности в задачах, целях [14].

В действующих нормативных документах [15] риск оценивается как сочетание вероятности того, что какое-то событие произойдет, и тех последствий, которые возникнут в результате этого события.

В рамках количественной оценки рисков интероперабельности могут быть выделены следующие этапы:

- составление перечня рисков интероперабельности;
- определение вероятности возникновения риска для каждого из факторов;
- определение вероятности последствий риска для каждого из факторов;
- определение риска интероперабельности в целом.

К числу возможных рисков обеспечения интероперабельности могут быть отнесены:

- изменения в нормативной базе федерального и ведомственного уровней;
- появление новых стандартов, влияющих на процессы обеспечения интероперабельности;
- изменения в целях, функциях и структуре ИС, приводящие к изменению требований к их интероперабельности;
- внедрение и широкое распространение новых инфокоммуникационных технологий в ИС;
- технологические изменения, которые влияют на совместимость (интероперабельность) систем;
- проблемы в разработке и производстве аппаратных и программных средств, используемых для обеспечения интероперабельности систем;
- проблемы обеспечения совместимости с существующими платформами и системами;
- проблемы в обеспечении информационной безопасности при сопряжении систем.

При определении вероятности возникновения рисков в основном используются методы экспертных оценок. В отдельных случаях, когда имеется достаточный статистический материал, вероятность возникновения рисков рассчитывается по формулам.

Степень вероятности риска определяется с помощью шкалы вероятностей. Одной из наиболее распространенных является шкала вероятностей, в которой выделяются четыре одинаковых интервала, что позволяет классифицировать все риски по четырем уровням вероятности возникновения (таблица 2) [16].

Таблица 2. Шкала вероятностей

Степень вероятности риска	Вероятность возникновения риска, %
Редко	0-10
Маловероятно	10-25
Возможно	25-50
Достаточно вероятно	50-75
Неизбежно	75-95

Вероятность последствий риска, как и вероятность возникновения риска, в основном определяется экспертными методами. При наличии достаточного статистического материала могут использоваться формулы.

Степень влияния факторов риска может оцениваться по шкале влияния. Данная шкала позволяет разделить факторы риска на различные группы по степени влияния на результаты выполнения проекта. В [16] предложена шкала, содержащая четыре одинаковых интервала (таблица 3).

Таблица 3. Шкала влияния

Степень влияния рисков	Влияние рисков, единицы
Частичный риск	0-0,25
Допустимый риск	0,25-0,50

Степень влияния рисков	Влияние рисков, единицы
Критический риск	0,50-0,75
Катастрофический риск	0,75-1,00

Расстановка рисков по приоритету соответствует потенциальной степени значимости их последствий для достижения интероперабельности. Для этой цели используется матрица вероятностей и последствий. Матрица строится в системе координат, где по оси абсцисс указывается влияние рисков (последствия), а по оси ординат – вероятность их возникновения. Сочетания вероятностей и последствий определяют степень риска проекта (высокая, средняя, низкая), которая в процессе планирования управления рисками может адаптироваться применительно к конкретному проекту.

Заключение

В настоящее время все большее внимание уделяется вопросам обеспечения интероперабельности для ИС различного масштаба (от наносистем до «системы систем») и различных областей назначения. Интероперабельность приобретает все большее значение, в первую очередь потому, что сегодня практически ни одна сфера жизни (государственное управление, здравоохранение, образование, наука, бизнес и др.) не обходится без использования информационно-коммуникационных технологий.

Развитие информационно-коммуникационных технологий и насыщение всех сфер деятельности различными средствами вычислительной техники привели к созданию гетерогенной среды, в которой разнородные информационные системы (компоненты) должны взаимодействовать друг с другом, причем уровень гетерогенности среды постоянно увеличивается. Основным способом решения проблемы интероперабельности или «прозрачности» гетерогенной среды выступает последовательное применение принципов открытых систем и методологии функциональной стандартизации.

В статье изложены основные подходы к обеспечению интероперабельности ИС, рассмотрены вопросы количественной оценки интероперабельности, представлены возможные риски достижения интероперабельности и методы их расчета.

Благодарности

Материал был представлен на 11-й Международной конференции «Физико-техническая информатика (СРТ2023)», 16–19 мая 2023 г., Пушкино, Московская область, Россия.

Литература

1. ГОСТ 55062-2021. Информационная технология. Интероперабельность. Основные положения. – М.: Российский институт стандартизации, 2021. 12 с.
2. ГОСТ Р 59796-2021. Информационная технология. Интероперабельность. Термины и определения. – М.: Стандартинформ, 2021. 12 с.
3. Malotau M., van der Harst G., Achtsivassilis J., Nahndiek F.: Preparation for Update European Interoperability Framework 2.0 - final report. 04-06 2007 Engagement: 221402470.
4. В.К. Батоврин, Ю.В. Гуляев, А.Я. Олейников. Обеспечение интероперабельности – основная тенденция в развитии открытых систем // Информационные технологии и вычислительные системы. 2009. № 5. с. 7-15.
5. “Smart City Interoperability Framework Based on City Infrastructure Model and Service Prioritization,” in 2016 Eighth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN) (Vienna: IEEE), 337–342.
6. “IoT-based interoperability framework for asset and fleet management,” in 2016 IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA) (Berlin: IEEE), 1–4.
7. Leal, G. S., Guédria, W., and Panetto, H. (2020) Enterprise interoperability assessment: a requirements engineering approach. *Manuf.* 33, 265–286.

8. Башлыкова А.А., Олейников А.Я., Осиньска К.Х. Актуальные проблемы интероперабельности // ИТ-стандарт. 2020. № 4 (25). с. 4–14.
9. Макаренко С. И. Интероперабельность человеко-машинных интерфейсов. Монография. – СПб.: Наукоемкие технологии, 2023. 185 с.
10. Microsoft teams up with OpenAI to exclusively license GPT-3 language model. <https://blogs.microsoft.com/blog/2020/09/22/microsoft-teams-up-with-openai-to-exclusively-license-gpt-3-language-model/>
11. GPT-4: Чему научилась новая нейросеть, и почему это немного жутковато. <https://habr.com/ru/company/ods/blog/722644/>
12. ГОСТ Р ИСО 11354-2-2016. Усовершенствованные автоматизированные технологии и их применение. Требования к установлению интероперабельности процессов промышленных предприятий. Часть 2. Модель зрелости для оценки интероперабельности предприятий. М.: Стандартинформ, 2017. 24 с.
13. Батоврин В.К., Королев А.С. Способ количественной оценки интероперабельности // Информационные технологии и вычислительные системы. 2009. № 5. с. 91–96.
14. ГОСТ Р 57193-2016. Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем. – М.: Стандартинформ, 2016. 98 с.
15. ГОСТ Р 58970-2020. Менеджмент риска. Количественная оценка влияния рисков на стоимость и сроки инвестиционных проектов. М.: Стандартинформ, 2020. 15 с.
16. Крюкова, О.Г. Риск-менеджмент — основа устойчивости бизнеса: учеб. пособие / А. Н. Ряховская, О. Г. Крюкова, М. О. Кузнецова; под ред. О. Г. Крюковой. М.: Магистр: ИНФРА-М, 2022. 256 с.

SOME APPROACHES TO ASSESSING THE INTEROPERABILITY OF INFORMATION SYSTEMS

Zatsarinny, Aleksandr Alekseevich

Doctor of technical sciences, professor

Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, deputy director for research

Moscow, Russian Federation

ipiran@ipiran.ru

Ionenkov, Yurii Sergeevich

Candidate of technical sciences

Federal Research Center "Computer Science and Control" of the Russian Academy of Sciences, senior researcher

Moscow, Russian Federation

Ulonenkov@ipiran.ru

Abstract

The article is devoted to the issues of assessing the interoperability of information systems (IS). The main approaches to ensuring IS interoperability are presented, including an analysis of the existing regulatory framework in this area, the content of the reference model of interoperability and the principles of building an interoperability profile. Various approaches to standardization of interoperability set out in international domestic regulatory documents, including definitions of levels and protocols of interoperability, are noted. The issues of quantitative assessment of interoperability are considered. The analysis of possible risks of achieving interoperability is carried out, methods of their calculation are proposed.

Keywords

interoperability, interoperability model, standards profile, practical indicator of interoperability, interoperability risks

References

1. GOST 55062-2021. Informacionnaya tehnologiya. Interoperabelnost. Osnovnye polozhenia. M.: Rossiiskii institut standartizatsii, 2021. 12 s.
2. GOST R 59796-2021. Informacionnaya tehnologiya. Interoperabelnost. Terminy i opredelenia. M M.: Standartinform, 2021. 12 s.
3. Malotaux M., van der Harst G., Achtsivassilis J., Hahndiek F.: Preparation for Update European Interoperability Framework 2.0 - final report. 04-06 2007 Engagement: 221402470.
4. V.K. Batovrin, Yu.V.Gulyaev, A.Ya.Oleynikov. Obespechenie interoperabelnosti – osnovnaya tendentsia v razvitiu otkrytykh sistem // Informacionnye tehnologii i vychislitelnye sistemy. – 2009. № 5. s. 7–15.
5. "Smart City Interoperability Framework Based on City Infrastructure Model and Service Prioritization," in 2016 Eighth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN) (Vienna: IEEE), 337–342.
6. "IoT-based interoperability framework for asset and fleet management," in 2016 IEEE 21st International Conference on Emerging Technologies and Factory Automation (ETFA) (Berlin: IEEE), 1–4.
7. Leal, G. S., Guédria, W., and Panetto, H. (2020) Enterprise interoperability assessment: a requirements engineering approach. *Manuf.* 33, 265–286.
8. Bashlykova A.A., Oleynikov A.Ya., Osin'ska K.Kh. Aktualnye problemy interoperabelnosti // IT-standart. – 2020. № 4 (25). s. 4-14.
9. Makarenko S.I. Interoperabelnost cheloveko-mashinnykh interfeysov. Monografiya. – SPb.: Naukoemkie tehnologii, 2023. – 185 s.
10. Microsoft teams up with OpenAI to exclusively license GPT-3 language model. <https://blogs.microsoft.com/blog/2020/09/22/microsoft-teams-up-with-openai-to-exclusively-license-gpt-3-language-model/>.
11. GPT-4: Chemu nauchilas novaya neyroset, i pochemu eto nemnogo zhutkovato. <https://habr.com/ru/company/ods/blog/722644/>

12. GOST R ISO 11354-2-2016. Usovershenstvovannyye avtomatizirovannyye tehnologii i ikh primeneniye. Trebovaniya k ustanovleniyu interoperabelnosti processov promyshlennykh predpriyatii. Chast 2. Model zrelosti dlya ocenki interoperabelnosti predpriyatii. M.: Standartinform, 2017. 24 s.
13. Batovrin V.K., Korolev A.S. Sposob kolichestvennoi ocenki interoperabelnosti // Informacionnye tehnologii i vychislitelnye sistemy. 2009. № 5. s. 91-96.
14. GOST R 57193-2016. Sistemnaya i programmnyaya inzheneriya. Processy zhiznennogo cikla sistem. M.: Standartinform, 2016. 98 s.
15. GOST R 58970-2020. Menedgment riska. Kolichestvennaya ocenka vliyaniya riskov na stoimost i sroki investicionnykh proektov. M.: Standartinform, 2020. 15 s.
16. Kryukova, O.G. Risk-menegment – osnova ustoichivosti biznesa: ucheb. posobie / A.N.Ryakhovskaya, O.G.Kryukova, M.O.Kuznecova; pod red. O.G.Kryukovoi. M.: Magistr: INFRA-M, 2022. 256 s.