

УДК: 65.011.56

DOI: 10.53816/23061456_2022_3-4_3

**МЕТОДОЛОГИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ
ГЕТЕРОГЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ
В ИНТЕРЕСАХ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ
ИНФОРМАЦИОННОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

**METHODOLOGY OF ENSURING THE INTEROPERABILITY
OF HETEROGENEOUS INFORMATION SYSTEMS IN THE INTERESTS
OF THE DEVELOPMENT OF DOMESTIC INFORMATION INFRASTRUCTURE**

Канд. техн. наук Д.А. Мосин, канд. техн. наук А.Ю. Цветков, канд. техн. наук М.А. Прохоров

Ph.D. D.A. Mosin, Ph.D. A.U. Tsvetkov, Ph.D. M.A. Prokhorov

ВКА им. А.Ф. Можайского

В статье рассматривается актуальная проблема обеспечения интероперабельности гетерогенных информационно-управляющих систем (ИУС), составляющих технологическую основу программы «Цифровая экономика Российской Федерации». В ходе анализа существующего подхода к обеспечению взаимодействия ИУС была установлена его слабая пригодность для организации значимого (охватывающего организационный, семантический и технический уровни взаимодействия) уровня интероперабельности современных гетерогенных информационных систем. Предложена методология обеспечения интероперабельности, основывающаяся на комплексной модели, построенной в результате совершенствования базовой модели интероперабельности информационных систем. Отличительной особенностью разработанной методологии является проблемно-ориентированность решений для каждого уровня взаимодействия.

Ключевые слова: методология, обеспечение, интероперабельность, взаимодействие, информационный обмен, информационно-управляющая система.

The article deals with the actual problem of ensuring the interoperability of heterogeneous information management systems (IMS) that form the technological basis of the «Digital Economy of the Russian Federation». During the analysis of the existing approach to ensuring the interaction of IMS, its weak suitability for the organization of a significant (covering organizational, semantic and technical levels of interaction) level of interoperability of modern heterogeneous information systems was established. A methodology for ensuring interoperability is proposed, based on a complex model built as a result of improving the basic model of information systems interoperability. A distinctive feature of the developed methodology is the problem-oriented solutions for each level of interaction.

Keywords: methodology, support, interoperability, interaction, information exchange, information management system.

Введение

В последнее десятилетие концепция программы «Цифровая экономика» стала одним из главных направлений развития мирового сообщества. Российская Федерация не стала исключением. Так, 28 июля 2017 года, распоряжением Правительства Российской Федерации № 1632-р, была утверждена программа «Цифровая экономика Российской Федерации», основными целями которой стали:

- создание экосистемы цифровой экономики Российской Федерации, в которой данные в цифровой форме являются ключевым фактором производства во всех сферах социально-экономической деятельности и в которой обеспечено эффективное взаимодействие, включая трансграничное, бизнеса, научно-образовательного сообщества, государства и граждан;

- создание необходимых и достаточных условий институционального и инфраструктурного характера, устранение имеющихся препятствий и ограничений для создания и (или) развития высокотехнологического бизнеса и недопущение появления новых препятствий и ограничений как в традиционных отраслях экономики, так и в новых отраслях и высокотехнологичных рынках;

- повышение конкурентоспособности на глобальном рынке, как отдельных отраслей экономики Российской Федерации, так и экономики в целом.

В настоящее время активно формируются все необходимые условия для максимальной эффективности этой государственной программы [1]. При этом особое внимание уделяется качеству информационной инфраструктуры (ИИ)

единого экономического «цифрового пространства». Современная ИИ, как правило, строится на базе открытых гетерогенных информационно-управляющих систем (ИУС) (рис. 1) [2].

При этом концепция открытых систем подразумевает использование определённой совокупности информационных технологий и функциональных стандартов с целью исчерпывающего описания интерфейсов, служб и поддерживаемых форматов в интересах обеспечения расширяемости (масштабируемости), мобильности (переносимости), способности к взаимодействию с другими системами и дружелюбности к пользователям. В условиях непрерывного развития отечественной «цифровой среды», характеризующегося лавинообразным увеличением реализуемых функций и постоянным появлением новых ИУС, особое значение приобретает способность «свободного общения» подобных систем. В связи с этим ключевым свойством современных гетерогенных ИУС в настоящее время становится интероперабельность [3–5]. Согласно [6], под интероперабельностью понимается способность двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена. Как правило, данное свойство обеспечивается разработчиками ИУС на основе единого подхода, содержащего ряд последовательных этапов [6]. Однако существующий подход является довольно общим и слабо пригодным для решения задач обеспечения интероперабельности реальных систем. Таким образом, в условиях выявленной проблемной ситуации, заключающейся в острой необходимости качественного взаимодействия ИУС, с одной стороны, и отсутствием конкретных решений по ее

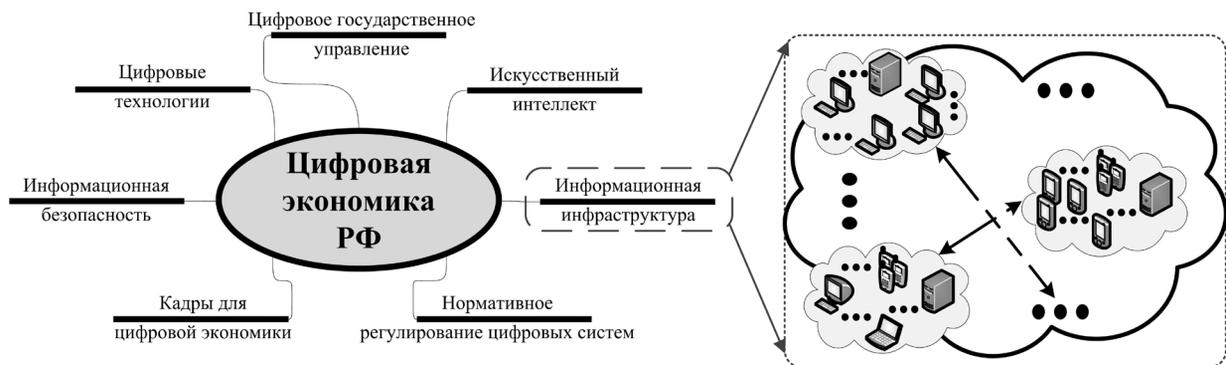


Рис. 1. Структурные элементы «цифровой экономики»

достижению, с другой, задача методологического обеспечения интероперабельности гетерогенных ИУС становится все актуальнее.

Методология обеспечения интероперабельности гетерогенных ИУС

В основе предлагаемой методологии лежит, разработанная в соответствии с эталонной [6] комплексная модель интероперабельности ИУС структура которой представлена на рис. 2.

Проблемно-ориентированная реализация представленных частных моделей позволит достичь значимого уровня интероперабельности существующих и создаваемых ИУС. При этом на функциональном уровне должно быть осуществлено согласование целей функционирования рассматриваемых систем. На семантическом уровне должна быть отражена содержательная сторона циркулирующей информации с акцентом на возможность смысловой обработки информации. На техническом уровне необходимо описать способ предоставления информации непосредственно в телекоммуникационной среде.

На начальном этапе формирования методологического подхода к обеспечению интероперабельности ИУС необходимо осуществить обоснование и выбор частных инструментальных средств в рамках реализации каждой частной модели (информационной, модели циркулирующих данных, структурной модели центра сопряжения).

Одним из главных аспектов реализации организационного уровня является наглядное и адекватное представление не только целей функционирования рассматриваемых систем, но и особенностей их взаимодействия в интересах

достижения целей верхнего уровня. В настоящее время существует достаточно много подходов к моделированию информационных потоков. Наиболее широкое применение получили такие нотации, как Structured analysis and design technique (SADT (IDEF0)), Integrated DEfinition for Process Description Capture Method (IDEF3), Data Flow Diagrams (DFD), Architecture of Integrated Information Systems (ARIS), Business Process Model and Notation (BPMN), Unified Modeling Language (UML). Так как все перечисленные нотации имеют свои преимущества и недостатки, возникает необходимость постановки задачи многокритериальной оптимизации, для решения которой была построена соответствующая модель:

1. Множество возможных решений (альтернатив)

$$Q = \{q^{IDEF0}, q^{IDEF3}, q^{DFD}, q^{ARIS}, q^{BPML}, q^{UML}\},$$

где q^X — рассматриваемые нотации,

$$X = \{IDEF0, IDEF3, DFD, ARIS, BPML, UML\};$$

2. Критерии оптимальности:

- k_1 — простота восприятия обычными сотрудниками;
- k_2 — возможность документирования;
- k_3 — возможность миграции разработанных моделей между различными графическими редакторами и инструментальными средствами;
- k_4 — кроссфункциональность;
- k_5 — удобство трансляции процессных диаграмм в программный код;

3. Отношение предпочтения \succ_Q , задаваемое на множестве возможных решений Q .

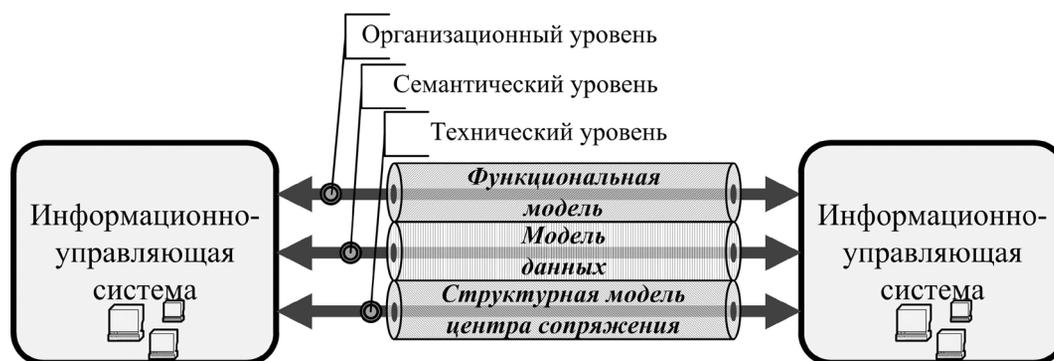


Рис. 2. Комплексная модель интероперабельности гетерогенных информационно-управляющих систем

Сформулированные критерии (k_1, \dots, k_5) являются бинарными. Таким образом, были сформированы соответствующие векторные оценки $\bar{\mathbf{k}}_x = (k_1, k_2, k_3, k_4, k_5)$ каждой альтернативы из Q . Исходя из этого, определено множество недоминируемых альтернатив на множестве допустимых решений Q :

$$P(Q) = \left\{ \bar{\mathbf{k}}_x \mid M(\bar{\mathbf{k}}_x) = \emptyset \right\},$$

где $M(\bar{\mathbf{k}}_x) = \left\{ \bar{\mathbf{k}}_x' \mid \bar{\mathbf{k}}_x' \succ_Q \bar{\mathbf{k}}_x \right\} \subset Q$ — множество доминант для рассматриваемого исхода.

В результате сравнения каждой векторной оценки со всеми другими была получена единственная парето-оптимальная, соответствующая решению $q^{BPM} = (1; 1; 1; 1; 1)$. Таким образом, для построения функциональной модели взаимодействия ИУС в интересах обеспечения их

интероперабельности была определена целесообразность использования нотации BPMML.

В интересах реализации семантического уровня взаимодействия целесообразно использовать язык разметки данных XML [6, 7]. При этом, в соответствии со структурой стандарта XML, модель циркулирующих данных будет соответствовать следующей математической структуре [8]:

$$\Xi = \{ \Omega, S, H \},$$

где $\Omega = B_1, B_2, B_3, B_4, B_5$ — набор базисных множеств (B_1 — XML-декларация; B_2 — пролог XML-документа; B_3 — элементы XML-документа; B_4 — атрибуты XML-документа; B_5 — комментарии XML-документа); S — упорядоченная совокупность ступеней шкалы,

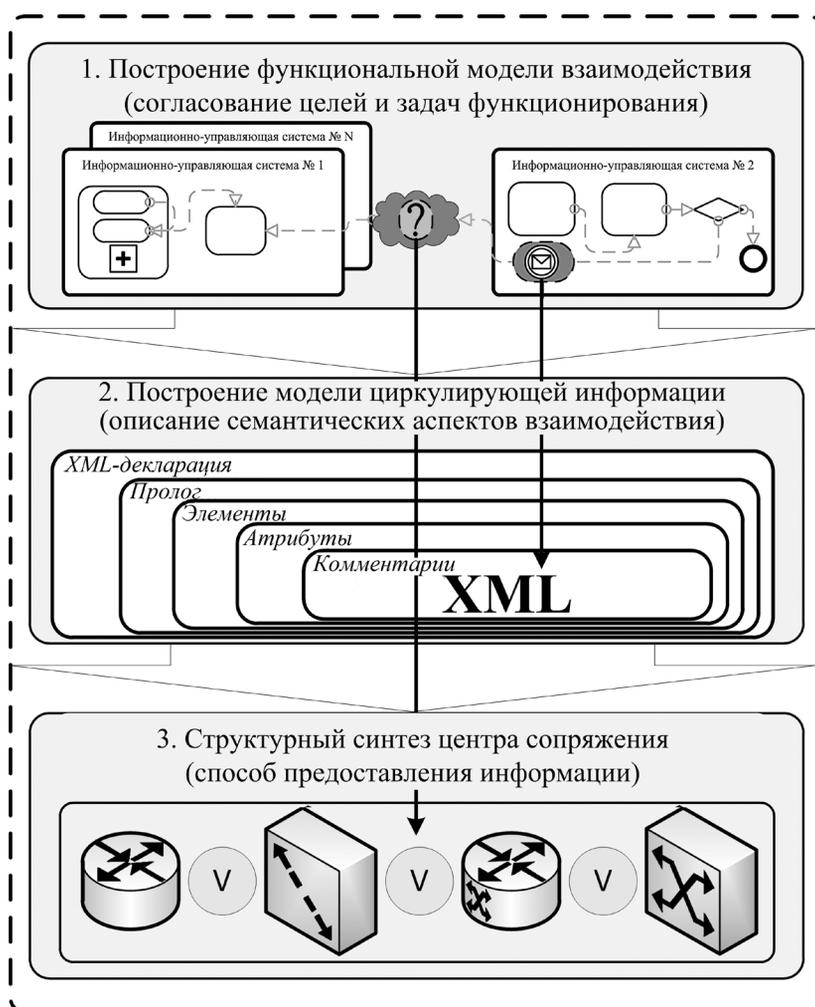


Рис. 3. Структура методологии обеспечения интероперабельности гетерогенных информационно-управляющих систем

построенной рекуррентным путем в виде семейств множеств в соответствии с правилами Бурбаки над базисными множествами; H — введённые на этих ступенях отношения.

И наконец, техническую интероперабельность целесообразно достигать за счет использования стандартных протоколов связи типа ТСР/ІР [6]. При этом структурный синтез центров коммутации ИУС целесообразно осуществлять в соответствии с методикой, основанной на генетическом алгоритме, содержащем определенную последовательность шагов, часть из которых автоматизирована, в частности параметрическая оптимизация, а часть определяется лицом, принимающим решение [9–11].

Применение базовой модели и разработанных частных моделей реализации уровней взаимодействия гетерогенных ИУС позволили сформировать соответствующую методологию обеспечения интероперабельности, структура которой представлена на рис. 3.

Заключение

Разработанная методология обеспечения интероперабельности гетерогенных ИУС позволяет обеспечивать значимый уровень взаимодействия (реализующий организационный, семантический и технический уровни), что в определенной степени снимает выявленное противоречие. В качестве дальнейшего направления исследования видится необходимость создания общих подходов к оцениванию интероперабельности ИУС, что потребует разработки соответствующей системы показателей и критериев, и позволит обоснованно осуществлять управление качеством взаимодействия рассматриваемых систем.

Литература

1. Петренко С.А. Киберустойчивость цифровой экономики. Как обеспечить безопасность и непрерывность бизнеса. — СПб.: Питер. 2021. 384 с.
2. Чашин С.В., Галанкин А.В. Аналитическая модель защищенности автоматизированной системы управления специального назначения в условиях программно-математических воздействий // Известия Тульского государственного

университета. Технические науки. 2021. Вып. 6. С. 363–367.

3. Куприянов А.А. Аспекты интероперабельности автоматизированных систем // Автоматизация процессов управления. 2009. № 4. С. 40–49.

4. Кашевник А.М. Подход к обеспечению семантической интероперабельности мобильных роботов при формировании коалиции // Информационные технологии и вычислительные системы. 2017. № 1. С. 90–100.

5. Макаренко С.И., Олейников А.Я., Черницкая Т.Е. Модели интероперабельности информационных систем // Системы управления, связи и безопасности. 2019. № 4. С. 215–245.

6. ГОСТ Р 55062-2012 Информационные технологии (ИТ). Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения. — М.: Стандартинформ. 2014. 12 с.

7. Цветков А.Ю., Прохоров М.А., Авдеев С.Н. Совершенствование методов проектирования информационного обеспечения автоматизированных систем специального назначения в интересах их сопряжения // Вопросы оборонной техники. Серия 16. Технические средства противодействия терроризму. 2021. Вып. 7–8 (157–158). С. 30–36.

8. Мосин Д.А., Прохоров М.А., Квасов М.Н. Разработка подхода к организации информационного сопряжения информационно-управляющих систем в интересах формирования единого информационного пространства Вооруженных Сил Российской Федерации // Сборник статей III Всероссийской научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития современной науки по направлению «АСУ, информационно-телекоммуникационные системы». — Анапа. 2021. Том 2. С. 79–85.

9. Татарникова Т.М. Структурный синтез центра сопряжения корпоративных сетей // Информационно-управляющие системы. 2015. № 3. С. 92–98.

10. Волков В.Ф., Галанкин А.В., Федер А.Л. Общая характеристика процесса автоматизированной управления сложными организационно-техническими системами специального назначения Воздушно-космических сил // Научные технологии в космических исследованиях Земли. — М.: ООО «ИД Медиа Паблишер». 2015. Т. 7. № 6. С. 50–54.

11. Чашин С.В., Борунова Е.В. Методика оценивания живучести систем управления структурного объекта информатизации // Известия Тульского государственного университета. Технические науки, 2020. Вып. 3. С. 81–89.

References

1. Petrenko S.A Kiberustojchivost' cifrovoj ekonomiki. Kak obespechit' bezopasnost' i nep-reryvnost' biznesa. — SPb: Piter, 2021. 384 p.

2. Chashchin S.V., Galankin A.V. Analiticheskaya model' zashchishchyonnosti avtomatizirovannoj sistemy upravleniya special'nogo naznacheniya v usloviyah programmno-matematicheskikh vozdeystvij // Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta. Tekhnicheskie nauki. 2021. Vol. 6. P. 363–367 (in Russian).

3. Kupriyanov A.A. Aspekty interoperabel'nosti avtomatizirovannyh sistem // Avtomatizaciya processov upravleniya. 2009. № 4. P. 40–49 (in Russian).

4. Kashevnik A.M. Podhod k obespecheniyu semanticheskoy interoperabel'nosti mobil'nyh robotov pri formirovanii koalicii // Informacionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy. 2017. № 1. P. 90–100 (in Russian).

5. Makarenko S.I., Olejnikov A.YA., Chernickaya T.E. Modeli interoperabel'nosti informacionnyh sistem // Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti. 2019. № 4. P. 215–245.

6. GOST R 55062-2012 Information technology (IT). Industrial automation systems and their integration. Interoperability. The main provisions. — M.: Standartinform. 2014. 12 p.

7. Cvetkov A.YU., Prohorov M.A., Avdeev S.N. Sovershenstvovanie metodov proektirovaniya informacionnogo obespecheniya avtomatizirovannyh sistem special'nogo naznacheniya v interesah ih sopryazheniya // Voprosy oboronnoj tekhniki. Seriya 16. Tekhnicheskie sredstva protivodejstviya terrorizmu. 2021. Vol. 7–8 (157–158). P. 30–36 (in Russian).

8. Mosin D.A., Prohorov M.A., Kvasov M.N. Razrabotka podhoda k organizacii informacionnogo sopryazheniya informacionno-upravlyayushchih sistem v interesah formirovaniya edinogo informacionnogo prostranstva Vooruzhyonnyh Sil Rossijskoj Federacii // Sbornik statej III Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii «Sostoyanie i perspektivy razvitiya sovremennoj nauki po napravleniyu «ASU, informacionno-telekommunikacionnye sistemy». — Anapa. 2021. Vol. 2. P. 79–85 (in Russian).

9. Tatarnikova T.M. Strukturnyj sintez centra sopryazheniya korporativnyh setej / Informacionno-upravlyayushchie sistemy. 2015. № 3. P. 92–98.

10. Volkov V.F., Galankin A.V., Feder A.L. General characteristics of the process of automated control of complex organizational and technical systems for special purposes of the Aerospace Forces // Science-intensive technologies in space research of the Earth. — M.: LLC «ID Media Publisher». 2015. V. 7. No. 6. Pp. 50–54.

11. Chashchin S.V., Borunova E.V. Methodology for assessing the survivability of control systems of a structural object of informatization // Izvestiya of the Tula State University. Engineering Sciences, 2020. Issue. 3. Pp. 81–89.