

ОСНОВЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ И ОЦЕНКИ ИНТЕРОПЕРАбельНОСТИ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Олейников А.Я., Фомин И.А.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Институт радиотехники и электроники имени В.А. Котельникова Российской академии наук» (ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН), 125009, Россия, г. Москва, улица Моховая, дом 11, корпус 7, e-mail olein39@gmail.com, fomin-for-job@yandex.ru

Приведены основные положения по обеспечению и оценке интероперабельности в сетевых информационно-управляющих системах, закрепленные в ГОСТ Р 70569-2022 «Информационные технологии. Сетевые информационно-управляющие системы. Интероперабельность». Учтены положения актуальных зарубежных и отечественных документов по обеспечению интероперабельности информационно-управляющих систем. Применение данного стандарта в практику создания и модернизации автоматизированных систем управления различного назначения позволит значительно повысить качество их совместного функционирования.

Ключевые слова: сетевые информационно-управляющие системы, интероперабельность, обеспечение и оценка качества, барьеры интероперабельности

BASES FOR PROVIDING AND ASSESSING THE INTEROPERABILITY OF NETWORK-CENTRIC INFORMATION AND MANAGEMENT SYSTEMS

Oleinikov A. YA., Fomin I. A.

IFederal State Budgetary Institution of Science "Institute of Radio Engineering and Electronics named after V.A. Kotelnikov of the Russian Academy of Sciences (IRE named after V.A. Kotelnikov RAS), 125009, Russia, Moscow, Mokhovaya,11, building 7, e-mail olein39@gmail.com, fomin-for-job@yandex.ru

The main provisions for assessing and ensuring interoperability in network-centric information and control systems, enshrined in GOST R 70569-2022 "Information technologies. Network-centric information and control systems. Interoperability". The provisions of relevant foreign and domestic documents on ensuring the interoperability of information and control systems are taken into account. The introduction of this standard into the practice of creating and modernizing automated control systems for various purposes will significantly improve the quality of their joint functioning.

Keywords: network-centric information management systems, interoperability, quality assessment and assurance, interoperability barriers

Введение

В течение приблизительно последних 20 лет одной из основных тенденций в области развития и применения информационных технологий выступает переход от «классической» иерархической архитектуры информационно-управляющих систем к

сетевидной архитектуре, то есть к созданию сетевидных информационно-управляющих систем (СЦИУС).

Первостепенной, можно сказать, ключевой характеристикой качества СЦИУС служит интероперабельность – способность двух или более информационных систем или их компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена ISO/IEC/IEEE 24765:2017, ГОСТ Р 59796—2021).

За рубежом вопросами интероперабельности в СЦИУС занимаются многие исследователи и организации. Одной из основных таких организаций следует считать международный консорциум Network Centric Operations Industry Consortium (NCOIC), созданный в 2004 г. в целях обеспечения межотраслевой интероперабельности ИУС. В рамках деятельности NCOIC был разработан ряд руководящих документов по оценке и обеспечению интероперабельности, в частности документ NCOIC Interoperability Framework. Отечественный подход к обеспечению интероперабельности был предложен и зафиксирован в ГОСТ Р 55062-2012, разработанным институтом радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН. Кроме того, относительно недавно в нашей стране рекомендована для использования серия стандартов обеспечения качества систем и программных средств ИСО/МЭК 25010, 25012, 25024, которая предоставляет широкие возможности по формированию и использованию набора метрик параметров для измерения качества функционирования информационных систем, в том числе в интересах интероперабельности и выявления ее барьеров.

Наличие проблемы интероперабельности определило необходимость разработки и внедрения отечественного стандарта ГОСТ Р 70569-2022 «Информационные технологии. Сетевидные информационно-управляющие системы. Интероперабельность».

Основные положения ГОСТ Р 70569-2022 по обеспечению интероперабельности

Целью разработки стандарта ГОСТ Р 70569-2022 являлось представление руководителям, заказчикам и разработчикам информационно-управляющих систем набор общих правил, принципов и рекомендаций по обеспечению интероперабельности, как ключевой характеристики качества СЦИУС [1, 2]. Стандарт основан на подходе, зафиксированном в общепризнанном ГОСТ Р 55062- 2012, пересмотренном в 2021 г. В данном стандарте учтены:

- требования к оценке качества систем и программных средств, содержащихся в ГОСТ Р ИСО/МЭК 25000;

- положения из нормативных документов международного консорциума Network Centric Operations Industry Consortium – NCOIC;

- особенности обеспечения и оценки интероперабельности на разных стадиях жизненного цикла в ходе создания и развития систем.

Стандарт ГОСТ Р 70569-2022 определил:

1. Основные термины и определения, связанные с понятием «интероперабельность» и «сетевидная информационно-управляющая система».

2. Основные принципы обеспечения интероперабельности.

3. Методику обеспечения интероперабельности СЦИУС, включающую рекомендации по:

- формированию концепции обеспечения интероперабельности;
- построению архитектуры;

- построению проблемно-ориентированной модели;
- построению профиля;
- организации жизненного цикла;
- аттестационному тестированию интероперабельности.

Проведенные до разработки стандарта исследования в рамках проекта Российского фундаментальных исследования № 19-07-00774 показали, что независимо от сферы функционирования в СЦ ИУС всегда протекает два основных вида процессов, – информационные и управляющие [3].

Информационные процессы, обеспечивают сбор, обработку, доведение и представление в удобном для пользователя виде информации о состоянии объекта управления, ходе процесса управления и складывающейся ситуации в целом. Качество выполнения данных процедур в совокупности с дальнейшими расчетами позволяют обеспечить лицо, принимающее решения, необходимой информацией для выработки наиболее рациональных управляющих воздействий. Предоставляемые пользователям информационные услуги и ресурсы – результат информационных процессов служат основой для принятия решений и формирования управляющих воздействий.

Управляющие процессы обеспечивают формирование управляющих воздействий и доведение их до объектов управления. В большинстве случаев формирование управляющих воздействий осуществляется на основе данных, полученных в результате выполнения информационных процессов.

Объединение СЦ ИУС в рамках единого информационного пространства позволяет обеспечить следующие положительные эффекты для информационных и управляющих процессов в СЦ ИУС:

- повышение своевременности информационного обмена за счет наличия прямых информационных связей между элементами, вследствие чего обеспечивается повышение полноты и актуальности информации о состоянии системы и окружающей среды, а также повышение оперативности управления;
- повышение осведомленности лиц, принимающих решения, за счет получения информации от множества источников с последующим ее комплексированием, вследствие чего обеспечивается адекватность принимаемых решений и возможность самоорганизации;
- повышение устойчивости информационного обмена за счет возможности многократного дублирования путей передачи информации, вследствие чего обеспечивается устойчивость и непрерывность управления;
- повышение эффективности управления в целом.

Для СЦ ИУС важной является способность к беспрепятственному информационному взаимодействию, позволяющему органам управления обращаться к нужным информационными ресурсам и функциональным возможностям объектов управления вне зависимости от их географического положения и иерархической и организационной принадлежности [4].

При устранении значимых барьеров интероперабельности взаимодействие СЦ ИУС и их элементов повышает адекватность принимаемых решений, оперативность, непрерывность и устойчивость управления объектами, объединенными общей целью.

Попытки организовать совместное функционирование систем, не достигших минимально необходимого уровня интероперабельности (в западной литературе –

«зрелости») дают обратный эффект [3,6]. Преодоление барьеров интероперабельности в ходе совместного функционирования нескольких (не готовых к этому) СЦ ИУС и их элементов усилиями персонала может существенно снизить качество управления и повысить издержки достижения цели управления.

Решение проблемы интероперабельности СЦ ИУС необходимо осуществлять по следующим основным направлениям:

- использование проблемно-ориентированной модели интероперабельности, построенной на основе конкретных особенностей предназначения, при проектировании и испытаниях СЦ ИУС;

- обоснование и скоординированная реализация автоматизируемых процессов в СЦ ИУС с достижением приемлемого уровня качества и соблюдением основных принципов обеспечения интероперабельности;

- унификация и стандартизация правил организационного, информационного и технического взаимодействия СЦ ИУС.

Принципы обеспечения интероперабельности являются фундаментальными правилами для разработчиков СЦ ИУС в части обеспечения организационной, семантической и технической интероперабельности разрабатываемых (модернизируемых) систем. К основным принципам обеспечения интероперабельности СЦ ИУС относятся [4]:

- открытость;
- прозрачность;
- модульность и автономность;
- возможность повторного использования;
- технологическая нейтральность и переносимость данных;
- ориентация на пользователя;
- административное упрощение;
- оценка результативности;

Обеспечение интероперабельности СЦ ИУС должно строиться на основе единого методического подхода, приведенного в ГОСТ Р 55062. Методика содержит ряд основных и вспомогательных этапов. К основным относятся этапы 1-6, а к вспомогательным – этапы 7-9. Для обеспечения интероперабельности должны быть выполнены все этапы, приведенные на рисунке 1 с учетом специфики предметной области СЦ ИУС [3,4].

Концепция создания СЦ ИУС (элемента СЦ ИУС) обязательно [3,5,6] должна отражать:

- описание целей функционирования СЦ ИУС и каждого из ее элементов;
- описание потребностей и ожиданий всех заинтересованных сторон, в интересах которых функционирует СЦ ИУС и каждый из ее элементов;
- описание условий и ограничений функционирования СЦ ИУС (элемента СЦ ИУС), определяемых контекстом предметной области;
- описание ключевых ресурсов, необходимых для функционирования СЦ ИУС (элемента СЦ ИУС);
- описание режимов работы;
- функциональные требования к системе и ее элементам, отражающие, что именно каждый из элементов должен выполнять в интересах системы;

- требования, отражающие необходимые и достаточные значения параметров быстродействия, надежности и т.д.
- общее описание сценариев совместного функционирования элементов СЦ ИУС и результаты анализа рисков и возможностей [3,5,6];
- критерии интероперабельности в виде модели оценки зрелости СЦ ИУС. Моделью оценки зрелости является шкала или набор шкал, позволяющий определить уровень качества интероперабельности [3,5,6].

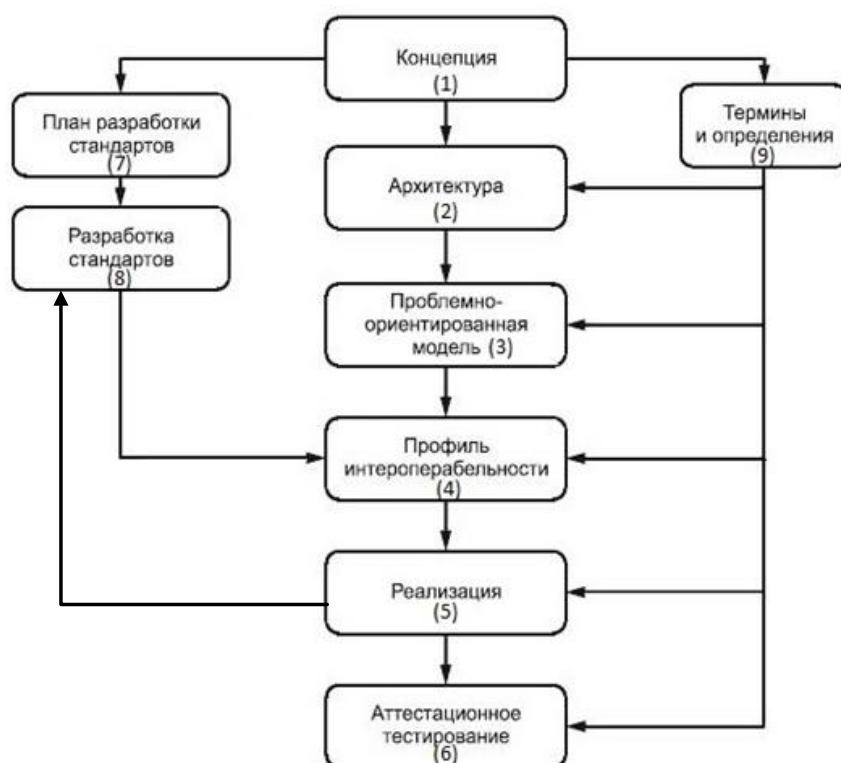


Рис. 1 – Методика обеспечения интероперабельности СЦ ИУС

Архитектура СЦ ИУС с точки зрения интероперабельности представляет собой структуру [10], отражающую:

- множество отдельных СЦ ИУС, взаимодействующих между собой;
- множество подсистем и элементов, входящих в каждую СЦ ИУС включая программно-технические модули;
- функции и сервисы (службы) различных элементов и подсистем, составляющих СЦ ИУС;
- виды и характеристики связи между элементами.

Проблемно-ориентированная модель

Проблемно-ориентированная модель представляет собой развитие эталонной модели, приведенной в ГОСТ Р 55062 с учетом документов NCOIC.

Технический уровень рассматривает барьеры, связанные с обеспечением единых стандартов формирования, передачи, хранения, поиска, обработки и представления информации, программно-аппаратной реализацией элементов

СЦ ИУС, их надежностью и производительностью, удобством эксплуатации и

обслуживания. Техническая интероперабельность достигается, главным образом, за счет использования стандартов и достаточно надежных и производительных компонентов, открытых технических и программных решений.



Рис. 2 – Проблемно-ориентированная модель интероперабельности СЦ ИУС

Семантический уровень описывает информационно-лингвистические, смысловые аспекты взаимодействия, т.е. содержательную сторону обмениваемой информации и ее качество. Семантическая интероперабельность позволяет системам комбинировать полученную информацию с другими информационными ресурсами и обрабатывать ее смысловое содержание. Семантические барьеры интероперабельности систем должны преодолеваться за счет построения стека открытых протоколов для каждого типа системы (комплекса). Разработанные правила включения различных систем и комплексов в общую среду закрепляются профилем, доступным для всех разработчиков. Семантическая интероперабельность достигается за счет применения стандартов типа XML, XSD, RDF, OWL и т.д.

Организационный уровень описывает прагматические (деловые и стратегические) аспекты взаимодействия и организационные барьеры интероперабельности. На этом уровне достигаются соглашения о сотрудничестве между административными органами и согласуются цели информационного взаимодействия систем. Организационная интероперабельность достигается за счет единого понимания и применения нормативно-правовых документов (соглашений, конвенций, договоров о сотрудничестве),

согласованностью целей и отношений между взаимодействующими системами, учетом текущих стадий жизненного цикла систем, достижением.

Интероперабельность считается обеспеченной, если устранены барьеры взаимодействия на трех уровнях: техническом, семантическом и организационном. Для обеспечения и оценки интероперабельности необходимо формировать отдельные спецификации на основе моделей качества, например, предложенных в ГОСТ ИСО/МЭК 25010 с учетом проблемно-ориентированной модели.

Профиль интероперабельности

Профиль представляет собой согласованный набор стандартов и других нормативно-технических и нормативно-правовых документов, распределенных по уровням проблемно-ориентированной модели (рис.2).

Проблема интероперабельности при создании СЦ ИУС наиболее эффективно решается на ранних стадиях их жизненного цикла. Поэтому для обеспечения совместного функционирования разнородных систем в рамках СЦ ИУС, наиболее предпочтительным является спиральный (итерационный) подход к разработке систем.

Преимуществами спирального (итерационного) подхода являются:

- раннее выявление рисков возникновения барьеров интероперабельности;
- поддержка изменений функционала взаимодействующих систем;
- достижение высокого качества за счет возможности исправления ошибок на следующей итерации;
- увеличение возможности повторного использования программных средств и данных.

Разработчикам рекомендуется сформировать и иметь в распоряжении на каждой итерации следующий набор документов или их аналогов [6]:

- концепцию СЦ ИУС;
- перечень (процессов) функций, выполняемых системами и их элементами, включая потоки данных между процессами (функциями) системы;
- перечень пользователей системы, включающий их функциональные и информационные потребности;
- интегрированный словарь данных;
- инфологическую модель данных
- реализацию объектов логической модели данных в виде форматов сообщений, структур данных и т.д.;
- матрицу обмена оперативной информацией между системами и их элементами;
- матрицу обмена служебной информацией между системами и их элементами;
- описание системных интерфейсов доступа к данным и службам;
- описание системы связи, включающей характеристики каналов и сетей.

Указанные документы должны своевременно уточняться в случае внесения значимых функциональных или структурных изменений во взаимодействующие системы и их элементы.

Ведение указанных документов должно быть направлено на поддержание достаточности программного и информационно-лингвистического обеспечения СЦ ИУС и ее элементов для поддержания всех автоматизируемых процессов.

Оценка интероперабельности

Интероперабельность может быть оценена как в ходе аттестационного тестирования

в рамках отраслевых систем сертификации и оценки качества, так и в ходе эксплуатации СЦ ИУС (см. этап 6 рис. 1).

Аттестационное тестирование программных и аппаратных комплексов и средств СЦ ИУС должно быть направлено на оценку: достигнутого качества интероперабельности, соответствия СЦ ИУС стандартам профиля, а также на выявление имеющихся в СЦ ИУС барьеров интероперабельности.

Оценка качества интероперабельности СЦ ИУС и их элементов заключается также в установлении соответствия показателей интероперабельности требуемым значениям в соответствии с критериями интероперабельности.

При выборе анализируемых показателей интероперабельности при формировании проблемно-ориентированной модели, важно отдавать предпочтения тем, которые характеризуют наиболее вероятные барьеры интероперабельности. Оценка качества интероперабельности СЦ ИУС должна быть направлена на поиск и устранение таких барьеров.

Для оценки численных значений показателей интероперабельности на ранних этапах проектирования системы целесообразно применять методы имитационно-статистического моделирования. При этом имитационные модели удобно строить и уточнять параллельно с развитием разрабатываемой СЦ ИУС

Аттестационное тестирование СЦ ИУС в интересах оценки качества и преодоления барьеров интероперабельности необходимо проводить регулярно, на каждой итерации создания (модернизации) системы.

Заключение

На основании изложенного можно сделать следующее заключение:

1. Изложены основы обеспечения и оценки интероперабельности сетевых информационных-управляющих систем;
2. Названные основы зафиксированы в национальном стандарте ГОСТ Р 70569-2022 «Информационные технологии. Сетевые информационно-управляющие системы. Интероперабельность», разработанном информационно-управляющие системы. Интероперабельность», разработанном Институтом радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова РАН и введенном в действие 30 марта 2023 г.;
3. Данный стандарт не имеет прямых зарубежных аналогов, основан на ГОСТ Р 55062- 2021, содержит положения ряда отечественных документов, а также положения документов международного концерна Network Centric Operations Industry Consortium (NCOIC).

Список литературы

1. ГОСТ Р 55062-2012. Информационные технологии (ИТ). Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения. / - М.: Стандартинформ, 2014. – 12 с.
2. Олейников А.Я., Растягаев Д.В., Фомин И.А. Основные положения концепции обеспечения интероперабельности сетевых информационных-управляющих систем / - М.: Вестник Российского нового университета №3, 2020. - 122 с.
3. Башлыкова А.А., Козлов С.В., Макаренко С.И., Олейников А.Я., Фомин И.А.

Подход к обеспечению интероперабельности в сетевых системах управления / - М.: Журнал радиоэлектроники, ISSN 1684-1719, 2020. – 56 с.

4. The New European Interoperability Framework | ISA2 [Электронный ресурс]. URL: https://ec.europa.eu/isa2/eif_en (дата обращения: 21.06.2018)

5. Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. Version 1.0. – NCOIC, 2008. – 154 с.

6. NCOIC Interoperability Framework (NIF v. 2.1) and NIF Solution Description Reference Manual (NSD-RM v. 1.2). – NCOIC, 2008. – 125 p.

References

1. GOST R 55062-2012. Informacionnye tekhnologii (IT). Sistemy promyshlennoj avtomatizacii i ih integraciya. Interoperabel'nost'. Osnovnye polozheniya. – М.: Standartinform, 2014. – 12 p.

2. Oleinikov A. YA., Rastyagaev D.V., Fomin I. A. Osnovnie pologeniya koncepcii obespecheniya interoperabelnosti setecentricheskikh informacionno-upravlyaushih system / - М.: Vestnik Rossiyskogo novogo universiteta №3, 2020.- 122 с.

3. Bashlykova A. A., Kozlov S. V., Makarenko S. I., Oleinikov A. YA., Fomin I. A. Podhod k obespecheniyu interoperabel'nosti v setecentricheskikh sistemah upravleniya / - М.: ZHurnal radioelektroniki. 2020. – 56 p.

4. The New European Interoperability Framework | ISA2 URL: https://ec.europa.eu/isa2/eif_en

5. Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. Version 1.0. – NCOIC, 2008. – 154 с.

6. NCOIC Interoperability Framework (NIF v. 2.1) and NIF Solution Description Reference Manual (NSD-RM v. 1.2). – NCOIC, 2008. – 125 p.