

8. Cho S., Lee S. Fast Motion Deblurring // ACM Transactions on Graphics. 2009. Vol. 28, № 5.
9. Fergus R., Singh B., Hertzmann A., Roweis S.T., Freeman W.T. Removing Camera Shake from a Single Photograph // ACM Transactions on Graphics. 2006. Vol. 25, № 3. P. 787–794.
10. Shan Q., Jia J., Agarwala A. High-Quality Motion Deblurring from a Single Image // ACM Transactions on Graphics. 2008. Vol. 27, № 3. P. 35–42.

Literatura

1. Gonsales R., Vuds R. Tsifrovaya obrabotka izobrazhenij v srede MATLAB. M.: Tekhnosfera, 2006. 616 s.
2. Gonsales R., Vuds R. Tsifrovaya obrabotka izobrazhenij. Izd. 3-e, ispr. i dop. M.: Tekhnosfera, 2012. 1104 s.
3. Zhuravel' I.M. Kratkij kurs teorii obrabotki izobrazhenij. M., 1999. 43 s.
4. Korobejnikov A.G., Fedosovskij M.E., Aleksanin S.A. Razrabotka avtomatizirovannoj protsedury dlya resheniya zadachi vosstanovleniya smazannykh tsifrovyykh izobrazhenij // Kibernetika i programmirovaniye. 2016. № 1. С. 115–119.
5. Sedova N.V. Problema shumopodavleniya pri redaktirovanii izobrazhenij // Vestnik Tambovskogo unversiteta. Seriya "Estestvennye i tekhnicheskie nauki". 2009. T. 14, vyp. 5-1. S. 906–909.
6. Sedunov B.I. Modelirovaniye PZS-formirovatel'ya signalov izobrazhenij so sverkhrazresheniem // Vestnik Rossijskogo novogo universiteta. Seriya "Slozhnye sistemy modeli, analiz i upravleniye". 2019. Vyp. 4. S. 23–34.
7. Solov'jov N.V., Sergeev A.M. Uluchsheniye kachestva rastrovyykh izobrazhenij: uchebnoye posobie. SPb., 2010. 158 s.
8. Cho S., Lee S. Fast Motion Deblurring // ACM Transactions on Graphics. 2009. Vol. 28, № 5.
9. Fergus R., Singh B., Hertzmann A., Roweis S.T., Freeman W.T. Removing Camera Shake from a Single Photograph // ACM Transactions on Graphics. 2006. Vol. 25, № 3. P. 787–794.
10. Shan Q., Jia J., Agarwala A. High-Quality Motion Deblurring from a Single Image // ACM Transactions on Graphics. 2008. Vol. 27, № 3. P. 35–42.

DOI: 10.25586/RNUV9187.20.03.P.122

УДК 004.7

А.Я. Олейников, Д.В. Растягаев, И.А. Фомин

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ*

Приведены основные положения Концепции обеспечения интероперабельности в сетевых информационных управляющих системах. Концепция представляет первый этап в подходе к обеспечению интероперабельности, зафиксированном в ГОСТ Р 55062-2012 и учитывает положения актуальных зарубежных и отечественных документов.

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

* Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 19-07-00774.

A.Ya. Oleinikov, D.V. Rastyagaev, I.A. Fomin

BASIC PROVISIONS OF THE CONCEPT OF ENSURING
THE INTEROPERABILITY OF THE NETWORK INFORMATION
AND CONTROL SYSTEMS

The main provisions of the Concept of ensuring interoperability in network-centric information and control systems are given. The concept represents the first stage in the approach to ensuring interoperability, as set out in GOST R 55062-2012, and takes into account the provisions of current foreign and emerging domestic documents.

Keywords: network-centric, information management systems, interoperability, assessment and provision, 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, т.е. к созданию сетевидных информационно-управляющих систем (СЦИУС).

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 55062–2012). В основе обеспечения интероперабельности лежит использование стандартов информационно-коммуникационных технологий (ИКТ-стандартов), а также обеспечение согласованности выполнения информационно-вычислительных процессов по параметрам. В соответствии со ст. 14 Федерального закона «О стандартизации» на территории Российской Федерации должны применяться в первую очередь документы национальной системы стандартизации; во вторую очередь – положения зарубежных стандартов. 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, разработанном 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 ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010, 25012, 25024 [4; 5; 6], которая предоставляет широкие возможности по формированию и использованию набора метрик параметров для изме-

рения качества функционирования информационных систем, в том числе в интересах интероперабельности и выявления ее барьеров.

Учитывая вышеизложенное, а также сложность проблемы интероперабельности СЦИУС, по мнению авторов, в РФ представляется целесообразным комплексно применять как отечественные, так и мировые передовые практики [1].

Целью данной статьи служит изложение первого этапа указанного подхода – концепции обеспечения интероперабельности СЦИУС (далее – Концепция).

Цель, задачи и область применения Концепции

Цель Концепции – предоставить руководителям, заказчикам и разработчикам информационно-управляющих систем набор общих правил, принципов и рекомендаций по обеспечению *интероперабельности* как ключевой характеристики качества СЦИУС.

Задачи Концепции:

- дать описание СЦИУС;
- определить принципы построения СЦИУС;
- дать рекомендации по организации жизненного цикла, реализации информационно-управляющих процессов и оценке результативности принятых технических решений в интересах интероперабельности СЦИУС.

Область применения Концепции:

- построение отдельных информационно-управляющих систем различного назначения и масштаба для «бесшовного» включения в сетевую среду;
- создание Единого информационного пространства отраслевого, межотраслевого, регионального и федерального уровней на сетевых принципах.

Характеристики сетевых информационно-управляющих систем

Независимо от сферы функционирования объекта управления в любой СЦИУС всегда протекает два основных вида процессов – информационные и управляющие. Следовательно, повышение эффективности управления за счет реализации принцип сетевизма имеет определяющее значение в двух основных областях:

- ситуационная осведомленность органов управления;
- оперативное управление имеющимися возможностями [7].

Именно поэтому для СЦИУС на первый план выходит способность к функциональному взаимодействию (интероперабельности), позволяющая органам управления обращаться к нужным информационным ресурсам и функциональным возможностям вне зависимости от их принадлежности к конкретной системе.

На рисунке 1 представлено совместное функционирование нескольких СЦИУС.

При достижении определенного уровня интероперабельности (устранении значимых барьеров) такое взаимодействие происходит как бы само собой, повышая оперативность, непрерывность и устойчивость управления объектами, объединенными общей целью, за счет большей информированности органов управления и расширения их функциональных возможностей [Там же].

Олейников А.Я. и др. Основные положения концепции обеспечения...

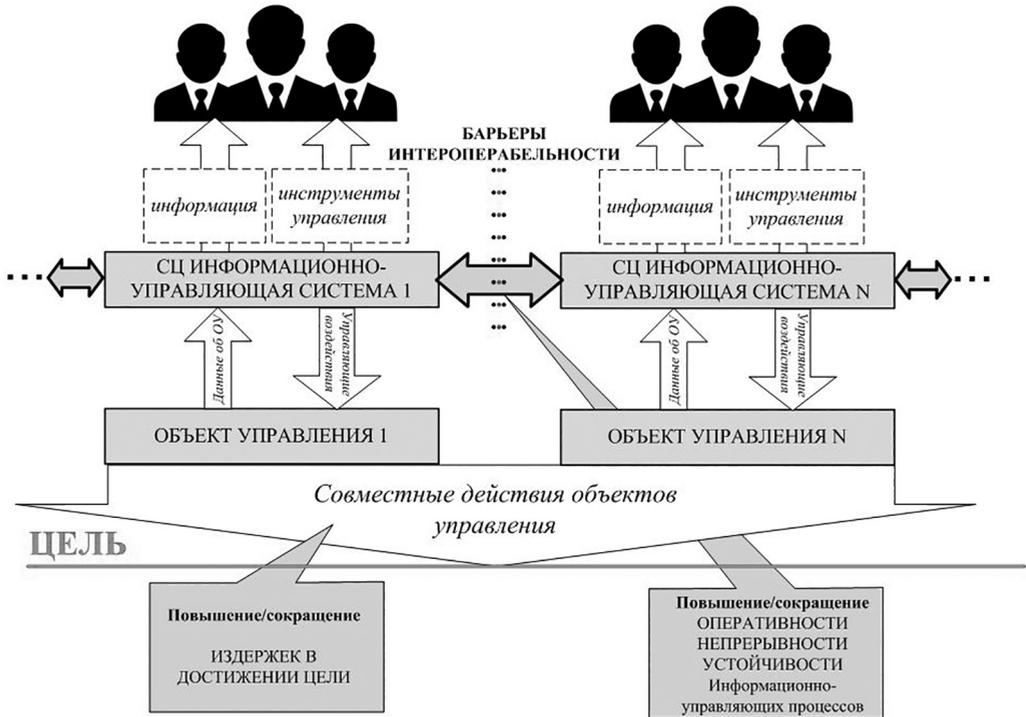


Рис. 1. Совместное функционирование нескольких СЦИУС

Эталонная и проблемно-ориентированная модели интероперабельности

Для обеспечения интероперабельности двух и более информационно-управляющих систем любое конкретное решение при построении СЦИУС должно быть получено на основе эталонной и проблемно ориентированной моделей интероперабельности систем [1; 2; 3; 8]. Эти модели представлены на рисунке 2 и представляют собой развитие семиуровневой базовой эталонной модели (ГОСТ Р ИСО/МЭК 7498-1-99).

Организационный уровень описывает прагматические аспекты взаимодействия и организационные барьеры интероперабельности [3]. На этом уровне согласуются цели информационного взаимодействия систем и достигаются соглашения о сотрудничестве между административными органами, которые хотят обмениваться информацией, хотя имеют отличающиеся внутреннюю структуру и процессы. Организационная интероперабельность достигается не за счет применения стандартов (нормативно-технических документов), а за счет применения нормативно-правовых документов (законов, соглашений, конвенций, договоров о сотрудничестве и др.).

Семантический уровень описывает информационно-лингвистические и синтаксические аспекты взаимодействия, т.е. содержательную сторону совместно используемой информации и концептуальные барьеры [Там же]. Семантическая интероперабельность позволяет системам комбинировать полученную информацию с другими информационными ресурсами и обрабатывать ее смысловое содержание. Семантические барьеры интероперабельности систем должны преодолеваются за счет построения стека открытых прикладных протоколов для каждого типа системы (комплекса) например на основе стандарта XML.



Рис. 2. Эталонная и проблемно ориентированная модели интероперабельности СЦИУС

Технический уровень описывает синтаксис или форматы передаваемой информации, заостряя внимание на том, как представлена информация в коммуникационной среде, а также на технологические барьеры [3]. Технический уровень включает такие ключевые аспекты, как открытые интерфейсы, службы связи, интеграция данных и промежуточный слой программного обеспечения (Middleware), адресация и управление сетью, службы защиты информации. Техническая интероперабельность достигается главным образом за счет использования стандартных технологических решений в области телекоммуникации, например, стеков протоколов TCP/IP и оптимизации информационно-управляющих процессов [8; 9].

Основные принципы обеспечения интероперабельности при построении и модернизации СЦИУС

Принципы обеспечения интероперабельности являются фундаментальными правилами для разработчиков СЦИУС в части обеспечения организационной, семантической и технической интероперабельности разрабатываемых (модернизируемых) систем.

К основным принципам обеспечения интероперабельности СЦИУС относятся следующие:

- открытость;
- прозрачность;
- модульность и автономность;
- возможность повторного использования;
- технологическая нейтральность и переносимость данных;
- ориентация на пользователя;
- административное упрощение;
- оценка результативности [8].

Рекомендации руководителям, заказчикам и разработчикам по обеспечению интероперабельности СЦИУС в ходе их создания и модернизации

Внимание к решению проблемы интероперабельности при создании СЦИУС должно проявляться уже на ранних стадиях их жизненного цикла. Учитывая основную особенность СЦИУС, о которой сказано выше, – необходимость целенаправленно функционировать совместно с другими информационно-управляющими системами [Там же] – и связанные с ней трудности интеграции, взаимного влияния функциональных и нефункциональных параметров взаимодействующих систем, зависимость от возможных изменений во взаимодействующих системах и др., можно сказать, что наиболее предпочтительными являются спиральный (итерационный) подход к разработке систем [Там же]. Данный подход подразумевает эволюционное наращивание возможностей системы при регулярной оценке результативности, в том числе возникновения барьеров интероперабельности.

Другие модели жизненного цикла систем (например, V , W) также могут использоваться при создании (модернизации) СЦИУС, но, как правило, с меньшей эффективностью.

Спиральный (эволюционный) жизненный цикл показан на рисунке 3.

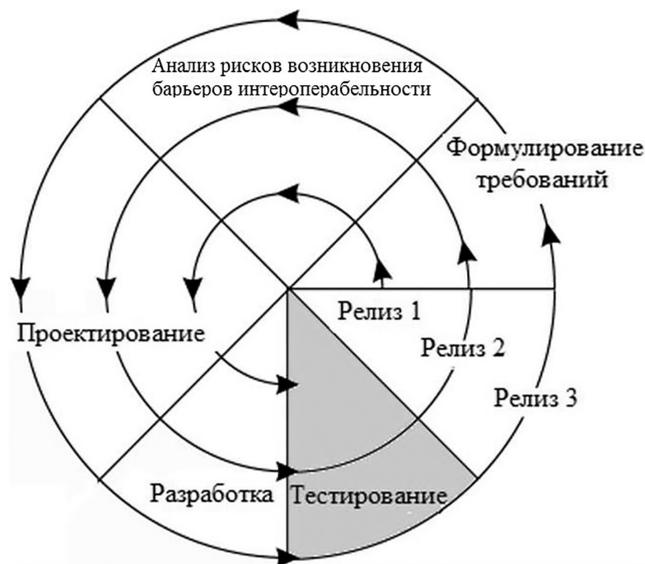


Рис. 3. Спиральный (эволюционный) жизненный цикл разработки СЦИУС

Преимуществами спирального (итерационного) подхода являются:

- раннее выявление 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 [8].

Учитывая, что основу функционирования СЦИУС составляют информационно-управляющие процессы, наиболее предпочтительной следует назвать интеграцию на уровне процессов. Для этого в ходе создания (модернизации) СЦИУС заказчикам и разработчикам рекомендуется на каждой итерации иметь всесторонне согласованный набор следующих документов или их аналогов:

- перечень пользователей СЦИУС, включающий их функциональные и информационные потребности;
- перечень процессов (функций), выполняемых системами и их элементами совместно, включая потоки данных между процессами (функциями) системы;
- интегрированный словарь данных;
- инфологическая модель данных, включающая структуры данных, форматы сообщений и др.;
- матрица обмена служебной и оперативной информацией между системами и их элементами;
- описание системных интерфейсов доступа к данным и службам;
- описание системы связи, включающее характеристики каналов и сетей.

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

Вопрос обеспечения интероперабельности элементов СЦИУС, процессов, сервисов и данных на основе стандартизации правил взаимодействия является ключевым для обеспечения способности нескольких СЦИУС функционировать совместно.

Существует два основных подхода, или две основных стратегии, – краткосрочная и долгосрочная [Там же]. Краткосрочная стратегия обеспечивает специальные шлюзы между СЦИУС (в том числе на основе Web-сервисов). Преимущество этой стратегии в том, что она проста в реализации. Однако при объединении значительного количества разнородных систем такая стратегия часто приводит к трудностям сопровождения всей совокупности шлюзов между ними и потере надежности взаимодействия. Долгосрочная стратегия предусматривает прямые связи между элементами взаимодействующих систем (подсистемами, службами, процессами) нескольких предприятий. Преимущество этой стратегии – она позволяет осуществлять «мелкозернистое», реконфигурируемое взаимодействие, однако она сложна в реализации и требует системного (процессного) подхода [Там же].

На рисунке 4 представлена схема реализации указанных стратегий интеграции.

Во всех случаях различия в моделях данных и их форматах могут быть учтены с помощью методов перевода и разворота. Различия в протоколах могут быть учтены с использованием методов «фасада и упаковки». При этом необходимо стремиться к формированию правил взаимодействия СЦИУС с использованием отношения «один ко многим», как показано на рисунке 5.

Олейников А.Я. и др. Основные положения концепции обеспечения...

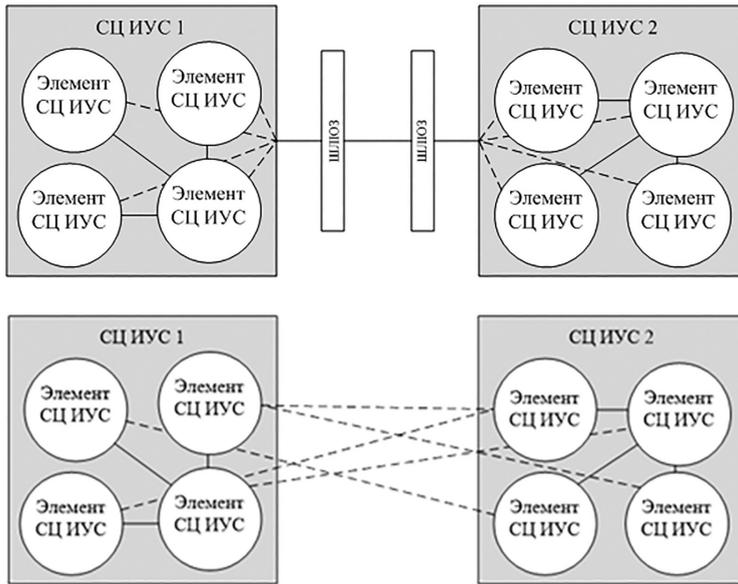


Рис. 4. Краткосрочная и долгосрочная стратегии интеграции СЦИУС

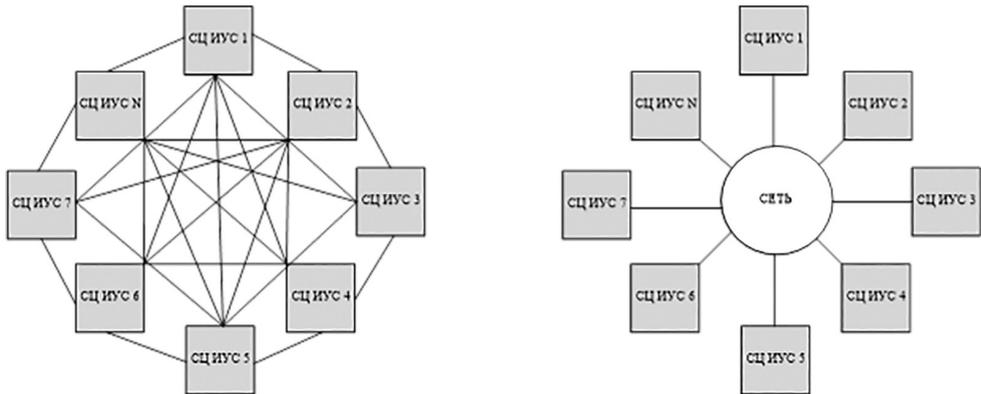


Рис. 5. Стандартизация правил взаимодействия СЦИУС

Тем не менее анализ классических отношений «один к одному» полезен для определения потребностей в обмене данными. Интерфейсы целесообразно описывать с использованием статического описания для структуры данных и одного или нескольких динамических описаний для поведения.

В соответствии с современными нормативно-техническими документами по оценке качества ИУС, а также учитывая назначение СЦИУС (обеспечение осведомленности органов управления и оперативного управления возможностями) в качестве основных показателей, однозначно характеризующих способность систем к взаимодействию, предлагается определить качество используемых данных и оперативность совместного выполнения процедур взаимодействующими СЦИУС. При этом прочие показатели проблемно ориентированной модели интероперабельности будут в конечном счете влиять именно на эти параметры [9].

Заключение

На основе изложенного можно сделать следующие выводы.

- Интероперабельность является необходимым условием для реализации сетевых принципов построения информационно-управляющих систем (СЦИУС), переход к которым составляет общемировую тенденцию и важен для обеспечения сетевидного принципа управления и построения полноценной цифровой экономики.
- Изложены основные положения Концепции обеспечения интероперабельности в СЦИУС как первого этапа подхода к обеспечению интероперабельности, зафиксированного в ГОСТ Р 55062–2012.
- Концепция учитывает положения зарубежных стандартов и новых отечественных стандартов.
- Концепция содержит следующие разделы:
 - цель, задачи и область применения Концепции;
 - характеристики сетевидных информационно-управляющих систем;
 - эталонная и проблемно ориентированная модели интероперабельности;
 - основные принципы обеспечения интероперабельности при построении и модернизации СЦИУС;
 - рекомендации руководителям, заказчикам и разработчикам по обеспечению интероперабельности СЦИУС в ходе их создания и модернизации.
- Специфика Концепции состоит в наличии модели, позволяющей оценивать уровень интероперабельности, использовании процессного подхода к построению СЦИУС, рекомендациях по преодолению барьеров интероперабельности.

Литература

1. Башлыкова А.А., Козлов С.В., Макаренко С.И., Олейников А.Я., Фомин И.А. Подход к обеспечению интероперабельности в сетевидных системах управления // Журнал радиоэлектроники. 2020. № 6.
2. ГОСТ Р 55062–2012. Информационные технологии (ИТ). Системы промышленной автоматизации и их интеграция. Интероперабельность. Основные положения. М.: Стандартинформ, 2014. 12 с.
3. ГОСТ Р ИСО 11354-1–2012. Усовершенствованные автоматизированные технологии и их применение. Требования к установлению интероперабельности процессов промышленных предприятий. Ч. 1: Основа интероперабельности предприятий // Кодекс. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200102044> (дата обращения: 09.07.2020).
4. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010–2015. Информационные технологии (ИТ). Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программного обеспечения (SQuaRE). Модели качества систем и программных продуктов // Кодекс. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200121069> (дата обращения: 09.07.2020).
5. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25012. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программных средств (SQuaRE). Модели качества данных // Кодекс. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200121069> (дата обращения: 09.07.2020).
6. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25024. Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программных средств (SQuaRE). Измерение качества данных // Кодекс. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200111326> (дата обращения: 09.07.2020).
7. Макаренко С.И., Иванов М.С. Сетевидная война – принципы, технологии, примеры и перспективы: монография. СПб.: Научное издание технологий, 2018. 145 с.

8. NCOIC Interoperability Framework (NIF v. 2.1) and NIF Solution Description Reference Manual (NSD-RM v. 1.2). [S. l.]: NCOIC, 2008. 125 p.
9. Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. Version 1.0. [S. l.]: NCOIC, 2008. 154 p.

Literatura

1. *Bashlykova A.A., Kozlov S.V., Makarenko S.I., Olejnikov A.Ya., Fomin I.A.* Podkhod k obespecheniyu interoperabel'nosti v setetsentricheskikh sistemakh upravleniya // Zhurnal radioelektroniki. 2020. № 6.
2. GOST R 55062–2012. Informatsionnye tekhnologii (IT). Sistemy promyshlennoj avtomatizatsii i ikh integratsiya. Interoperabel'nost'. Osnovnye polozheniya. M.: Standartinform, 2014. 12 s.
3. GOST R ISO 11354-1–2012. Uovershenstvovannye avtomatizirovannye tekhnologii i ikh primeneniye. Trebovaniya k ustanovleniyu interoperabel'nosti protsessov promyshlennykh predpriyatij. Ch. 1: Osnova interoperabel'nosti predpriyatij // Kodeks. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200102044> (data obrashcheniya: 09.07.2020).
4. GOST R ISO/MEK 25010–2015. Informatsionnye tekhnologii (IT). Sistemnaya i programm-naya inzheneriya. Trebovaniya i otsenka kachestva sistem i programmogo obespecheniya (SQuaRE). Modeli kachestva sistem i programmnykh produktov // Kodeks. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200121069> (data obrashcheniya: 09.07.2020).
5. GOST R ISO/MEK 25012. Sistemnaya i programm-naya inzheneriya. Trebovaniya i otsenka kachestva sistem i programmnykh sredstv (SQuaRE). Modeli kachestva dannykh // Kodeks. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200121069> (data obrashcheniya: 09.07.2020).
6. GOST R ISO/MEK 25024. Sistemnaya i programm-naya inzheneriya. Trebovaniya i otsenka kachestva sistem i programmnykh sredstv (SQuaRE). Izmereniye kachestva dannykh // Kodeks. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200111326> (data obrashcheniya: 09.07.2020).
7. *Makarenko S.I., Ivanov M.S.* Setetsentricheskaya vojna – printsipy, tekhnologii, primery i perspektivy: monografiya. SPb.: Naukoemkie tekhnologii, 2018. 145 s.
8. NCOIC Interoperability Framework (NIF v. 2.1) and NIF Solution Description Reference Manual (NSD-RM v. 1.2). [S. l.]: NCOIC, 2008. 125 p.
9. Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. Version 1.0. [S. l.]: NCOIC, 2008. 154 p.

АРХИТЕКТУРА МИКРОСЕРВИСОВ И ЕЕ РЕАЛИЗАЦИЯ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ КОНТЕЙНЕРИЗАЦИИ

Рассмотрена архитектура микросервисов, причины популярности ее использования в последние несколько лет, взаимосвязь между микросервисами и технологией контейнеризации, которая стала основным способом ее реализации.

Ключевые слова: микросервисы, монолитная архитектура, контейнер, Docker, Kubernetes.