

# Принципы обеспечения интероперабельности систем управления организаций

Interoperability principles for management systems of organizations



**А. Н. Бурмистров,**

к. э. н., доцент, Высшая школа государственного управления,  
Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого  
✉ bur-a-n@mail.ru

**A. N. Burmistrov,**

PhD of economic sciences, associate professor, Graduate school of public administration,  
Peter the Great St. Petersburg polytechnic university

Актуальность. Растущий уровень сложности и гетерогенности продукции, процессов, систем управления, предприятий, приводит к тому, что разные разработчики создают все более разнообразные автоматизированные системы, которые должны быть способны к взаимодействию между собой (интероперабельными). В настоящее время проблемы на техническом уровне практически решены и все более важной становится интероперабельность на следующем уровне — семантическом. Цель исследования — формулирование и обоснование принципов и выбор стандартов для достижения семантического уровня интероперабельности для класса систем: системы управления ресурсами предприятия. Результаты. 8 общих принципов обеспечения интероперабельности, представленные в моделях NIF, SCOPE и ГОСТ Р 70569-2022, дополнены шестью разработанными принципами с указанием стандартов ИСО, МЭК и ГОСТ Р, которые могут стать основой для разработки концепций и профилей интероперабельности не только на техническом, но и на семантическом уровне. Приведен пример их применения для построения концептуальной модели функциональной области «управление персоналом организации». Практическая значимость. Применение разработанных принципов позволяет осуществлять разработку функционально полных моделей для интероперабельных систем управления ресурсами организаций. Развитие результатов исследования позволит разработать алгоритмы для высокоавтоматизированного проектирования систем управления организациями и упростить создание SMART-стандартов для бизнес-процессов организаций.

The escalating complexity and heterogeneity of products, business and management processes, organizations, and enterprises are driving different developers to create increasingly diverse computer-aided management systems. For effective collaboration, these systems require interoperability (enabling interaction, information exchange, and the effective use of shared information) at multiple levels, including technical, syntactic, and semantic levels. This paper outlines principles and standards for semantic interoperability in enterprise resource management systems. Key contributions include six developed principles based on ISO, IEC, and GOST R standards, which complement eight general principles of interoperability from NIF, SCOPE, and GOST R 70569-2022. This set of principles simplifies the functional modeling for resource management systems. To illustrate, the conceptual model of the domain «HR management of an organization» was developed and demonstrated. Practical significance: the represented set of principles forms a foundation for the interoperability concepts and interoperability profiles at the semantic level for interoperable organizational management systems. It contributes to expediting functional models' design, to improving patterns for computer-aided design of organizational management systems, and finally to easing SMART standards implementation for business processes of enterprises.

**Ключевые слова:** интероперабельность, семантическая интероперабельность, системы управления организациями, системная инженерия, система управления персоналом.

**Keywords:** interoperability, semantic level of interoperability, enterprise management systems, systems engineering, HR management systems.

## Введение

*Актуальность.* Одним из важнейших свойств современной «цифровой экономики», «цифровых предприятий» и т. п. является постоянный рост сложности и разнообразия продукции; процессов ее создания, использования, модернизации; организаций, которые осуществляют эти процессы и т. п. При этом постоянно растут и количество участников экономической деятельности, которые в виду все увеличивающейся инвестиционной емкости продукции, процессов и т. п. вынуждены взаимодействовать между собой как в иерархических, так и в равноправных отношениях в том числе в режиме «распределенных предприятий». Все указанное означает необходимость и неизбежность разработки таких систем и их компонентов, которые обладают способностью к взаимодействию — интероперабельностью. Так, интероперабельность указывается как отличительная черта «Индустрии 4.0» [1], в том числе как необходимость решения ключевой задачи — взаимопонимания между человеком и ма-

шиной [2]. Источником проблемы интероперабельности является гетерогенность среды информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), так как применение информационных технологий (ИТ) проявляется в создании информационных систем (ИС) самого различного назначения и масштаба. Эти ИС разрабатываются и используются разными субъектами, с использованием разных ИКТ, на различных программно-аппаратных платформах, что приводит к созданию разнородных (гетерогенных) информационных, программных, организационных и т. д. систем, которые, тем не менее, должны взаимодействовать между собой.

Появление новых ИКТ, в частности, «когнитивных технологий», технологий искусственного интеллекта (ИИ) и всеобщая цифровизация приводят к росту гетерогенности всех систем, а значит, актуальность проблемы постоянно увеличивается. Исследователи указывают, что технологии интероперабельности очень важное значение во всех сферах деятельности и возможности решения проблем интероперабельности ак-

тивно разрабатываются за рубежом (в международной организации по стандартизации ИСО, в ЕС, в США и т. п.), однако в нашей стране «на общегосударственном уровне конкретных мер по обеспечению интероперабельности, подобных тем, что проводятся за рубежом, не проводится» [3] (а также [4, 5] и др.). В зарубежной литературе активно рассматриваются как вопросы создания интероперабельных систем (например, [6]), так и оценивания уровня интероперабельности (например, [7]). Основные модели интероперабельности (SCOPE и NIF) представлены в следующих документах [8, 9], а модели применительно именно к предприятиям — в стандартах серии ИСО 11354, в частности, в [10].

В отечественной литературе указанная проблематика рассматривается в работах А. Я. Олейникова, В. К. Батоврина, А. А. Башлыковой, С. И. Макаренко и др. [11-14]. Важнейшие результаты этих исследований вошли в отечественные стандарты ГОСТ Р 59796-2021 [15], ГОСТ Р 55062-2021 [16], ГОСТ Р 59797-2021 [17], ГОСТ Р 70569-2022 [18]. Наиболее полным источником на момент проведения данного исследования является монография С. И. Макаренко [19].

Однако во всех этих работах речь идет главным образом о техническом уровне интероперабельности (использование данных, без рассмотрения их смысла и интерпретации). В данной работе мы рассмотрим возможности решения проблем интероперабельности для систем управления ресурсами организаций на следующем, семантическом, уровне интероперабельности.

### Интероперабельность, ее виды и уровни

Приведем минимально необходимые термины с соответствующими определениями. Интероперабельность (interoperability) — способность двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена. [16]

Виды интероперабельности:

- внешняя интероперабельность (external interoperability) — интероперабельность между рассматриваемой системой и другими системами или с внешней средой [15];
- внутренняя интероперабельность (internal interoperability) — интероперабельность между составными частями, внутренними элементами рассматриваемой системы [15].

Согласно эталонной модели интероперабельности выделяют три уровня (рис. 1).

Согласно ГОСТ Р 59797-2021:

- организационная интероперабельность (organizational interoperability) — интероперабельность на уровне общих целей, бизнес-процессов, нормативно-правовых актов;
- семантическая интероперабельность (semantic interoperability) — способность взаимодействующих систем одинаковым образом интерпретировать смысл информации, которой они обмениваются;
- техническая интероперабельность (technical interoperability) — интероперабельность на уровне

технических средств, аппаратных и программных комплексов, их интерфейсов и протоколов обмена информацией, а также форматов представления информации [17].

Важным понятием является понятие барьер интероперабельности (interoperability barrier): несовместимость сущностей, которая препятствует обмену информацией с другими сущностями, использованию сервисов или общему пониманию обменных элементов [16].

В ГОСТ Р 59797-2021 указано, что достижение интероперабельности заключается в устранении значимых барьеров в ходе создания и развития сложной системы и приведена обобщенная модель, из которой понятна взаимосвязь уровней и источников основных барьеров (см. рис. 2).

В настоящее время проблемы, связанные техническим уровнем, можно считать практически решенными и на первый план выходят барьеры на семантическом уровне, то есть на уровне смыслов. В ГОСТ Р 55062-2012 приведена методика, в соответствии с которой интероперабельность систем, относящихся к конкретному классу, достигается путем применения (реализации) профиля интероперабельности — согласованного набора стандартов, расположенных по уровням проблемно-ориентированной модели интероперабельности систем конкретного класса.

Отличие профилей интероперабельности от профилей среды открытых систем, описанных, в частности, в Р 50.1.041-2002 [20], состоит в том, что кроме стандартов технического уровня в профиль будут входить стандарты и нормативно-правовые документы верхних уровней. Исходные положения, исходя из которых будут определены эти стандарты и другие документы, должны содержаться в концепции интероперабельности (для систем конкретного класса), разработка которой является первым этапом указанной методики.

Целью данного исследования является формулирование и обоснование принципов и указание основных стандартов для достижения семантического уровня интероперабельности для класса систем: системы управления ресурсами предприятия.

Методология исследования включает классические научные методы: системный, сравнительный, контент-анализ, классификацию и т. д. В ходе исследования также использовался личный опыт автора статьи и публикации из открытых источников. Однако в основном для достижения цели использовались принципы

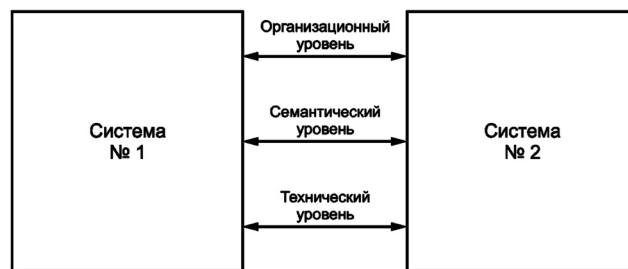


Рис. 1. Эталонная модель интероперабельности [16]

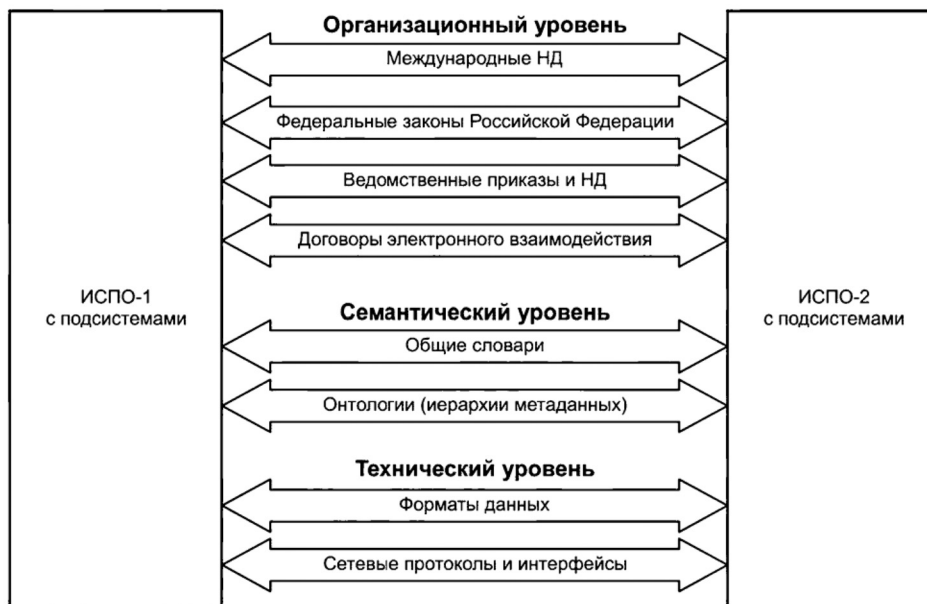


Рис. 2. Проблемно-ориентированная модель интероперабельности информационных систем предметных областей (ИСПО) [17]

и методы системной инженерии, представленные в стандартах ИСО, МЭК, ГОСТ Р и др.

Использование именно международных стандартов ИСО, МЭК и др. позволяет получить не только надежную основу для разработки моделей систем управления в отдельной функциональной области, но и сделать это на основе единых принципов. Это позволяет создавать «очень похожие» друг на друга системы управления, которые оперируют одинаковыми понятиями, процессы которых декомпозированы на логически одинаковые составные части и т.д. и пользоваться преимуществами взаимодействия еще до того, как будет достигнут необходимый уровень развития информационных и программных систем.

Исследование проводится на примере функциональной области «управление персоналом» (управление ресурсом «персонал»), однако сформулированные общие принципы могут применяться для систем управления любым ресурсом организации.

#### Контекст исследования и его ход

При проведении исследований, связанных с решением задач цифровой трансформации предприятий, было установлено, что результативность таких трансформаций относительно низка даже для наиболее передовых крупных предприятий. Такие компании, как Nike, Procter & Gamble, Burberry, Ford стали сталкиваться с проблемами цифровой трансформации, когда 70% инициатив не достигли своих целей [21]. Основные причины этого были выявлены, в частности, в исследованиях KMDA, Garther и др.: чрезмерная загруженность работников операционными делами, отсутствие изменений в корпоративной культуре, недостаточный диалог с персоналом и т.д. [22, 23].

Одной из значимых причин такой низкой результативности, по мнению многих исследователей, является лоскутная цифровизация, отсутствие архи-

тектурного единства и интеграции и несовершенство процессов организаций. При этом проблемы цифровой трансформации в целом схожи как в мировых, так и в российских компаниях, а интеграция и «сшивка» бизнес-процессов — одна из шести базовых компонентов, определяющих трансформацию бизнеса [24]. Многие практикующие специалисты также указывают, что для достижения наибольших эффектов от использования новых технологий преобразования должны осуществляться на всех уровнях: от создания распределенных цифровых предприятий до микроцифровизации отдельных действий работников. Поэтому даже при микроцифровизации путем RPA необходимо выстраивание бизнес-процессов.

Одной из причин чрезмерной загруженности работников операционными задачами являются высокие транзакционные издержки (издержки взаимодействия) как внутри отдельных функциональных областей деятельности организации, так и, главным образом, в межфункциональном взаимодействии из-за отсутствия архитектурного единства и интеграции процессов организаций. В свою очередь, одним из источником этих издержек является слабая совместимость разных систем управления, применяемых в разных функциональных областях. В большинстве случаев каждая область (например, управление продажами, производство, закупки и др.) рассматривается изолированно, без учета влияния других областей. В результате появляются модели управления, слабо совместимые между собой даже внутри одной функциональной области.

В настоящее время среди исследователей и практикующих специалистов нет единства даже в части общих определений понятий, обозначаемых терминами «объект», «предмет», «аспект», «характеристика», «свойство», «атрибут» и т.д., а также по перечням процессов, которые должны осуществляться в разных областях деятельности предприятий. В ходе предыду-

щих исследований было установлено, что модели как типовых, так и конкретных интероперабельных систем целесообразно создавать путем адаптации обобщенных эталонных (reference) моделей соответствующих систем. Но если для «основных» систем управления организаций обобщенные эталонные модели есть (обзор см. в [25]), то для предметной области «управление персоналом» таких моделей не выявлено. Для моделей систем управления персоналом, анализ которых выполнен в [26, 27] и др., установлено, что существует огромное разнообразие и в определениях и по составу компонентов «системы управления персоналом». Кроме того, ни на уровне определений, ни на уровне архитектуры эти модели не являются совместимыми с эталонными моделями других систем управления, представленных в отечественных и международных стандартах.

В ходе дальнейших исследований был определен класс рассматриваемых систем: система управления ресурсами предприятия (на примере «системы управления персоналом / человеческими ресурсами», установлено, что такой класс систем целесообразно рассматривать как «систему систем», и что подход к созданию концептуальной модели интероперабельной «системы систем» должен быть выбран «стандартный» (в прямом смысле — предусмотренный стандартами ИСО), что соответствует взглядам других исследователей («обычно считается, что следует пользоваться определениями, которые дают официальные организации стандартизации, в первую очередь ИСО, как обеспечивающие наиболее высокий уровень консенсуса»[4]).

Как основу принципов обеспечения интероперабельности, целесообразно принять принципы, которые представлены в моделях NIF, SCOPE, ISA2 и ГОСТ Р 70569-2022 (раздел 4.2). В указанном ГОСТ Р принципы представлены для сетевых информационно-управляющих систем (СЦ ИУС), но их можно считать общими для любых систем. Это следующие принципы:

- Принцип открытости. Применительно к СЦ ИУС принцип открытости определяет использование при разработке СЦ ИУС общепринятых нормативно-правовых актов, стандартных правил, протоколов и интерфейсов. Проприетарные, закрытые или внутренние локальные организационно-технические решения должны использоваться только там, где открытые версии аналогичных решений отсутствуют или неприменимы в связи со спецификой функционирования СЦ ИУС.
- Принцип прозрачности. Прозрачность в контексте интероперабельности СЦ ИУС означает обеспечение доступности внутри сетевой среды информационных ресурсов и функциональных возможностей взаимодействующих систем с учетом соблюдения правил разграничения доступа.
- Принцип модульности и автономности. Соблюдение принципа модульности и автономности обеспечивает независимость каждой СЦ ИУС (подсистемы СЦ ИУС) от состояния взаимодействующих систем, их информационных ресурсов и

функционала до уровня, необходимого для решения собственной частной задачи.

- Принцип возможности повторного использования. Возможность повторного использования организационно-технических решений (например, программных компонентов, интерфейсов, протоколов, стандартов) позволяет снизить расход материальных и временных ресурсов на организацию взаимодействия и обеспечить наращивание масштаба СЦ ИУС.
- Принцип технологической нейтральности и переносимости данных. При создании СЦ ИУС следует свести к минимуму зависимости от конкретных технологий, избегать использования организационных и технических решений, которые не могут быть быстро заменены на аналоги. Используемые в СЦ ИУС технологии должны позволять оперативно и эффективно адаптироваться к быстроменяющейся технологической среде.
- Принцип ориентации на пользователя. Под пользователями понимаются лица, принимающие решение или организации, использующие СЦ ИУС. Потребности пользователей должны учитываться при определении того, какая информация и пользовательские инструменты необходимы им для решения задач управления.
- Принцип административного упрощения. Там, где это возможно, следует стремиться к рационализации и упрощению организационных, информационных и управляющих процессов.
- Принцип оценки результативности. Совместное функционирование двух и более СЦ ИУС должно оцениваться по показателям оперативности, непрерывности и устойчивости управления, а также степени достижения цели функционирования совокупностью объектов управления (исходя из назначения конкретной СЦ ИУС и предъявляемых требований). Оценка результативности и действенности различных решений для обеспечения интероперабельности и технологических вариантов построения СЦ ИУС должна осуществляться с учетом потребностей органов управления, а также пропорциональности и сбалансированности затрат и выгод [18].

Далее были сформулированы и обоснованы дополнительные принципы, на основе которых можно построить концептуальную модель «системы систем» управления ресурсами и разработана обобщенная эталонная модель «системы систем» «управление персоналом».

Основные результаты исследования: сформулированы следующие принципы проектирования системами управления организации:

1. Даже для одной функциональной области «управление ресурсом» целесообразно рассматривать необходимо не одну «систему управления», а «систему систем».

Согласно ISO/IEC/IEEE 21839-2019 (ГОСТ Р 57193-2016), система систем (СС) является системой, элементы которой представляют собой самостоятельные системы. СС использует интегрированное

множество систем для решения таких задач, которые ни одна из составных систем не может выполнить самостоятельно. Каждая составляющая система имеет свои собственные руководство, цели и ресурсы, координируясь в пределах СС и адаптируясь для достижения целей СС. Виды СС, упорядоченные по мере их усложнения являются:

- Руководимая (directed) система систем — интегрированная система систем построена и управляема для выполнения определенных целей; управляется и развивается из центра; составляющие системы независимо поддерживают способности к независимому функционированию; ресурсы подчинены централизованным целям.
- Познаваемая (acknowledged) система систем — Признанные цели, назначенные руководителем и ресурсы для системы систем; составляющие системы сохраняют их независимую собственность, управление и ресурсы.
- Объединенная (collaborative) система систем — составляющие системы добровольно взаимодействуют для достижения согласованных целей; коллективно решают вопросы взаимодействия, объединения усилий и сопровождения стандартов.
- Виртуальная (virtual) система систем — отсутствие полномочий для централизованного управления, отсутствие центрально-согласованных целей; появляются поведения с относительно необозримыми механизмами для их сопровождения [29].

Важнейшее отличие в том, что компоненты «системы систем» создаются и используются независимо. Как минимум, при «управлении персоналом» отдельными (автономными или независимыми) системами в случае существующего понимания являются следующие системы:

- системы, у которых разные пользователи;
- системы, у которых разные объекты управления;
- системы, у которых асинхронные жизненные циклы как самих систем, так и объектов управления;
- системы, у которых отличаются или могут отличаться исполнители функций системы.

В деятельности «управление персоналом» включены системы с разными пользователями (как минимум, это следующие пользователи: работники предприятия, кандидаты в работники, линейные руководители работников, руководители организации, специалисты по управлению персоналом).

В этой деятельности разные объекты управления: работники предприятия, кандидаты в работники, кандидаты в кадровый резерв, все руководители предприятия и т. п. У всех объектов управления жизненные циклы асинхронны, у систем, которые управляют каждым видом объектов, жизненные циклы также различны.

Исполнители функций, включенных в деятельность «управление персоналом» также могут очень сильно различаться. На уровне организационных единиц одна и та же функция, например, «поиск кандидата на должность курьера» может быть закреплена

не только за совершенно разными должностными позициями внутри организации (менеджер по персоналу, секретарь руководителя отдела или директора, бухгалтер), но и за лицами, не являющимися работниками организации (например, «внешний менеджер по персоналу на аутсорсе») и даже за другими организациями (например, агентство по подбору персонала).

Таким образом, согласно такому пониманию, «управление персоналом» не является единой деятельностью, а «система управления персоналом» не является единой системой. То, что обычно называется «система управления персоналом» — не просто «система», а «система систем» (в рассматриваемом нами случае — на малых предприятиях скорее «руководимая», а на крупных — скорее «познаваемая» по терминологии ГОСТ Р 57193-2016).

Такое понимание влечет за собой то, что вместо смешения слабоупорядоченных функций в «системе управления персоналом» можно рассматривать, в частности, автономные системы управления организацией. Такое понимание имеет неочевидные, однако далеко идущие последствия, кратко рассмотренные в разделе «обсуждение».

2. Для создания профилей интероперабельности целесообразно использовать подход, основанный на максимально стандартизированной метамодели, общей для неограниченного круга потенциальных участников взаимодействия, которые могут находиться в любых отношениях друг с другом.

При выборе подхода к обеспечению интероперабельности были рассмотрены подходы, представленные ГОСТ Р ИСО 11354-1-2012: комплексный, унифицированный и обобщенный [10].

«Комплексный подход» использует стандартную форму представления элементами, которыми обмениваются составные части одной системы и разные системы между собой. Этот подход лежит в основе серии стандартов ИСО 10303, ИСО 19440 и других, то есть существует метамодель (точнее, комплекс метамodelей), в соответствии с которой все участники разрабатывают конкретные модели, системы и т. п. Этот подход предназначен для неограниченного количества систем, которые, при условии соблюдения стандартной формы представления элементов, могут без дополнительных усилий взаимодействовать между собой.

«Унифицированный подход», говоря кратко, это приспособление одного из участников взаимодействия к другому. То есть метамодель одного из участников взаимодействия используется для того, чтобы другой (другие) участники взаимодействия изменили свои модели и системы в соответствии с ней. Это подход, как указано в стандарте, в особенности удобен для обеспечения интероперабельности работающих или сетевых учреждений.

«Обобщенный подход» — исходной метамодели нет, и «до тех пор, пока в рамках данного подхода между всеми участниками не будет достигнуто взаимопонимание, они не должны вводить собственные модели, языки и методы работы. Для установления интероперабельности стороны должны адаптировать и отрегулировать все свои операции. Данный подход

более удобен в одноранговых ситуациях, когда каждое из предприятий обладает ресурсами для ведения переговоров и достижения компромиссного решения» [10].

В быстро изменяющейся глобализированной цифровой экономике «системы систем» в общем случае могут быть любых типов, в том числе и «виртуальными», когда компоненты «системы систем» (отдельные организации) полностью независимы друг от друга, но тем не менее могут временно образовывать все время разные «объединенные» СС в виде меняющихся по составу участников объединений (долгосрочно — в виде стратегических альянсов или консорциумов, или краткосрочно — участвуя в выполнении одного заказа или участвуя в конкурсе на его получение, объединяясь для покупки или другого использования какого-либо ресурса и т. п.). В этом случае минимальное время и транзакционные издержки обеспечивает применение систем, созданных на основе заранее стандартизированных моделей. «Комплексный подход гарантирует стабильность и согласованность совмещаемых подсистем путем концентрации внимания на тех компонентах, которые необходимы для взаимодействия. Эти компоненты разрабатываются и применяются с использованием общей или стандартной формы. Взаимодействие между этими различными компонентами, таким образом, априорно достигается без каких бы то ни было усилий по установлению связи. Подсистемы, интегрированные подобным образом, могут обладать различающимися, индивидуальными структурами, характером работы или границами, однако их комбинированные рабочие характеристики должны восприниматься как единое целое и достигаться путем совместной и скоординированной работы с использованием общей формы» [10].

Разумеется, недостатком такого подхода является более высокая сложность не столько разработки, сколько, широкого распространения высокостандартизированных метамodelей. Однако опыт широчайшего распространения стандартов ИСО серии 10303, моделей архитектур предприятий (TOGAF), «открытых инноваций» на основе обеспечения интероперабельности компонентов ИКТ на техническом уровне и др. показывает, что этот путь совершенно реален.

Для обеспечения совместимости разрабатываемых метамodelей управления ресурсами целесообразно стремиться к максимальному использованию моделей, предназначенных для управления предприятиями и представленных в стандартах ИСО серии 11354. Усовершенствованные автоматизированные технологии и их применение. Требования к установлению интероперабельности процессов промышленных предприятий, в частности, ГОСТ Р ИСО 11354-1-2012 [10].

3. Согласно принципам, изложенным в сериях стандартов ИСО 9000 и 10000 любую функциональную область (domain) организации или предприятия необходимо рассматривать как совокупность «процессов» [30, 31]. То есть как действий по преобразованию «входов» в «выходы», причем и «входы», и «выходы» определяются как объекты с заданными свойствами. Например, для «управ-

ления персоналом» такими объектами являются «работник, принятый в организацию», «работник, приступивший к выполнению обязанностей после адаптации» и т. д.

Для обеспечения сопоставимости и совместимости моделей жизненного цикла (ЖЦ) разных видов объектов на основе стандарта ISO/IEC/IEEE 15288 [32] целесообразно разработать единую обобщенную модель ЖЦ и единые правила ее адаптации для объектов разных видов (например, для объектов вида «материалы», «оборудование», «программные средства» модели ЖЦ, представленные в разных стандартах ИСО, отличаются).

Для обеспечения совместимости разрабатываемых метамodelей управления ресурсами целесообразно стремиться к максимальному использованию моделей, предназначенных для управления предприятиями и представленных в стандартах ИСО серии 18629. Системы промышленной автоматизации и интеграция. Язык спецификаций процесса., в частности ГОСТ Р ИСО 18629-1-2010 [33]

4. Перед определением конкретных процессов любая функциональная область должна быть декомпозирована на группы работ (процессов): «основные» и «обеспечивающие» и «управляющие». В каждой группе работ дальнейшую декомпозицию необходимо выполнять по разным технологиям:

«Основные» группы работ делятся сначала по объектам управления, а потом и по каждому объекту управления по типовой модели жизненного цикла искусственной системы.

«Обеспечивающие» группы работ выделяются по видам ресурсов. И так же, как и в «управляющих» работах, ресурсы определяются так же, как для организации в целом. Виды ресурсов определены в ИСО 9000 и представлены на рис. 3.

«Управляющие» группы работ должны идентифицировать, исходя из следующих положений: управление любой функциональной областью зависит от управления организацией в целом, поэтому декомпозицию группы работ «управление ресурсом» следует декомпонировать аналогично группе работ «управление организацией» на «создание архитектуры управления» той функциональной областью, которая рассматривается, и на «управление функциональной областью». Собственно «управление» делится на высокоформализованные работы «Планирование и контроль», которые зависят от «целей» и низкоформализованные работы, в которые зависят от «ценностей».

5. Для проверки полноты выделенных работ необходимо использовать стандартную (по ИСО серии 9000) модель Шухарта-Деминга «планируй» — «делай» — «проверяй» — «исправляй/улучшай» (PDCA).

Пример применения рассмотренных принципов приведен на рис. 3.

6. Специальным принципом при проектировании систем управления именно персоналом как ресурсом организации является следующий принцип: работник в организации рассматривается не как единое лицо, а как совокупность ролей в организации.

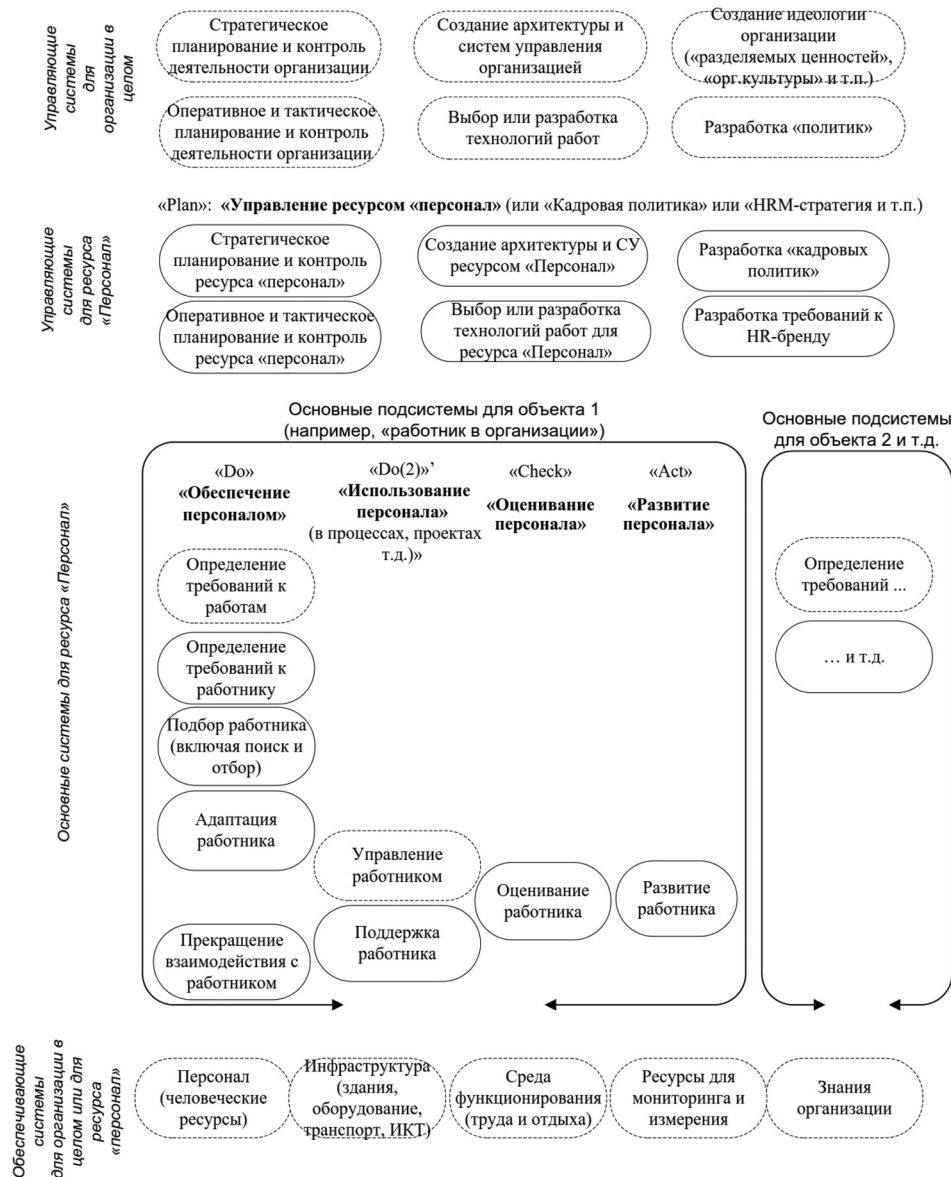


Рис. 3. Компоненты системы систем для управления ресурсом «персонал» и связанных с ними систем (разработано автором)

И каждый сотрудник, выполняющий отдельную роль, является отдельным объектом управления (со своим жизненным циклом и т. д.). Например, одно и то же лицо «И. И. Иванов» может являться объектом управления «работник организации», как «руководитель подразделения», как «руководитель проектов развития» и т. п. Для каждого из указанных видов объектов существуют свои процессы — разные, но основанные на единой метамодели ЖЦ, что позволяет обеспечить сопоставимость их рассмотрения, как минимум, по атрибуту «статус» каждого объекта, соответствующего стадии ЖЦ объекта соответствующего вида.

**Обсуждение**

Несмотря на то, что в исследовании рассматриваются сущности высокой степени абстракции, результаты исследования в виде комплекса принципов и стандартов, которые могут использоваться для их выполнения,

обладают не только теоретической новизной (впервые предложены основные принципы обеспечения интероперабельности систем управления на семантическом уровне), но и практической значимостью.

Применение этих принципов позволяет осуществлять разработку функционально полных моделей для создания интероперабельных систем управления ресурсами для производственных и экономических систем. Такие модели требуются, например, для определения необходимой трудоемкости работ и расчета численности персонала; для создания регламентирующей документации, не содержащей дублирования и «белых пятен», а главное, функционально полные модели необходимы для выбора имеющихся программных средств и разработки новых программных средств при создании автоматизированных и, тем более, автоматических систем управления, применяемых на создаваемых «цифровых предприятиях».

Развитие указанных принципов и разработка соответствующих методик позволит осуществлять в

высокоавтоматизированном режиме проектирование интероперабельных организационных систем (процессов, проектов, компонентов организаций и производственных и экономических систем более высоких уровней и т. п.) как минимум в части управления ресурсами.

Представленное исследование является только началом пути. Есть еще множество задач, связанных с уточнением языка, которым будут описаны столь сложные сущности, как «системы систем», начиная с определения самой этой сущности и выбора наиболее подходящего термина. Например, в п.3.1.15 ГОСТ Р 59797-2021 понятия «сложная система» и «система систем» указаны как синонимы: «сложная система (system of systems): Система, обладающая эмерджентными свойствами, которые не могут быть сведены к свойствам отдельных ее подсистем или элементов», а в монографии С. И. Макаренко дается определение «сложной системы», по некоторым (но не всем) признакам совпадающее с определением «системы систем» из ГОСТ Р 57193-2016. Кроме того, в научной литературе для определения и названия близких по смыслу понятий используются различные термины: «организационная система», «организационно-техническая система», «социотехническая система», «мультиагентная система», «сетевая система (управления)» и т. п. Этот вопрос будет рассмотрен в ходе дальнейших исследований, однако укажем на то, что использование термина «система систем», а не «сложная система», подчеркивает то, насколько различны компоненты «системы систем» и что они отличаются от понимания «подсистем», причем не столько на техническом и даже не на семантическом, а на организационном уровне.

Термин «система систем» подчеркивает, что отдельные «системы» не только разные и работают по разным алгоритмам, а то, что они меняются независимо друг от друга (а не взаимозависимо, как «подсистемы»). И это понимание имеет огромное значение для организационных изменений как при «цифровизации снизу», так и для радикальных изменений при цифровых трансформациях. Так как влияет на выбор технологий работы с людьми, исполняющих разные роли — лиц, принимающих решения, операторов, пользователей и т. п.

Указанные различия и в определениях и в терминах имеют большое и все возрастающее значение

при увеличении сложности и гетерогенности систем, и, особенно, при создании онтологий, необходимых для создания SMART-стандартов, систем с использованием технологий генеративного искусственного интеллекта и т. п. Как указано в ГОСТ Р 59797-2021, п. 5.2.6, «при решении проблемы интероперабельности для сложных систем, ... исключительную роль играет интероперабельность на семантическом уровне, где имеются различные онтологии данных, форматы структур данных и зачастую различное трактование понятий предметной области».

Уточнение языка описания организаций будет первоочередной задачей дальнейших исследований. Например, необходимо разграничить понятия «управление процессом» и «управление людьми в процессах», «стратегическое управление ресурсом (в частности, ресурсом «персонал»)» и «нестратегическое управление ресурсом» и т. д.

### Заключение

В результате исследования были разработаны и обоснованы принципы и определен предварительный перечень стандартов, позволяющих создать основу для разработки концепций и профилей обеспечения семантического уровня интероперабельности для систем управления организациями (как минимум, управления ресурсами организаций). Использование результатов исследования позволит строить функционально полные модели СУ, интероперабельные на семантическом уровне. Наличие которых, в свою очередь, позволит сократить затраты на управление организационными системами (в частности, за счет более обоснованного планирования состава работ; разрабатывать регламентирующую документацию для бизнес-процессов без дублирования и «белых пятен» и т. д.); сократить сроки и затраты на преобразование деятельности организаций за счет улучшения взаимопонимания всех участников преобразований организаций и т. д. Одним из результатов проводимых исследований является концептуальная модель «системы управления ресурсом». В данной работе показано, применение каких принципов позволяет создавать модели интероперабельных систем управления для систем разных видов (на примере «системы управления ресурсом «персонал»).

### Список использованных источников

1. M. Hermann, T. Pentek, B. Otto. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. Technische Universitat Dortmund, 2015.
2. И. А. Селедцова, В. А. Никонова. Сравнительный анализ ключевых особенностей развития «индустрии 4.0» в странах Европы, Азии, США и России//Иновации. 2017. № 11 (229). С. 15-21.
3. А. Я. Олейников. Актуальное состояние проблемы интероперабельности//ИТ-стандарт. 2020. № 2 (23). С. 37-42.
4. Ю. В. Гуляев, Е. Е. Журавлев, А. Я. Олейников. Методология стандартизации для обеспечения интероперабельности информационных систем широкого класса. Аналитический обзор//Журнал радиоэлектроники: электронный журнал. 2012. № 3. <http://jre.cplire.ru/mac/mar12/2/text.pdf>.
5. Д. А. Мосин, Р. Р. Хайдаров, Д. Г. Майбуров, А. С. Громов. О проблемах интероперабельности в сложных организационно-технических системах//Военное обозрение. 2025. № 1 (25). С. 113-119.
6. M. Sjarov, D. Kiškalt, T. Lechler et al. Towards «Design for Interoperability» in the context of Systems Engineering//Procedia CIRP. Vol. 96. 2021. P. 145-150. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.01.067>.
7. G. S. S. Leal, W. Guédria, H. Panetto. Interoperability assessment: A systematic literature review//Computers in Industry. 2019. 106. P. 111-132. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.01.002>.
8. Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. Version 1.0. NCOIC, 2008. 154 p.
9. NCOIC Interoperability Framework (NIF v. 2.1) and NIF Solution Description Reference Manual (NSD-RM v. 1.2). NCOIC, 2008. 125 p.
10. ГОСТ Р ИСО 11354-1-2012. Усовершенствованные автоматизированные технологии и их применение. Требования к установлению интероперабельности процессов промышленных предприятий. Ч. 1. Основа интероперабельности предприятий.
11. А. Я. Олейников, Г. А. Егоров, Е. Е. Журавлев и др. Применение технологии открытых систем для создания интегрированных информационных систем промышленных предприятий//Радиопромышленность. 2006. № 2. С. 90-107.
12. В. К. Батоврин, Ю. В. Гуляев, А. Я. Олейников. Обеспечение интероперабельности — основная тенденция в развитии открытых систем//Журнал радиоэлектроники. № 3. 2012. М.: РАН, Информационные технологии и вычислительные системы. 2009. № 5. С. 7-15.

13. А. А. Башлыкова, А. А. Каменчиков, А. Я. Олейников. Обеспечение интероперабельности как средства бесшовной интеграции функциональных подсистем в составе перспективных автоматизированных систем военного назначения//Журнал радиоэлектроники. 2018. № 9. С. 18.
14. С. И. Макаренко, А. А. Нестеров. Структурно-функциональная модель интероперабельности организационно-технических систем//Труды учебных заведений связи. 2023. Т. 9. № 4. С. 65-74. doi 10.31854/1813-324X-2023-9-4-65-74.
15. ГОСТ Р 59796-2021 Информационные технологии (ИТ). Интероперабельность. Термины и определения.
16. ГОСТ Р 55062-2021 Информационные технологии (ИТ). Интероперабельность. Основные положения.
17. ГОСТ Р 59797-2021. Информационные технологии. Сложные системы. Интероперабельность. Основные положения. М.: Российский институт стандартизации, 2021. 11 с.
18. ГОСТ Р 70569-2022. Информационные технологии. Сетевые информационно-управляющие системы. Интероперабельность.
19. С. И. Макаренко. Интероперабельность организационно-технических систем. Санкт-Петербург: Научные технологии, 2024. 313 с.
20. Р 50.1.041-2002 Рекомендации по стандартизации. Информационные технологии. Руководство по проектированию профилей среды открытой системы (СОС) организации-пользователя.
21. Н. Верховский, С. Соболев. Цифровые неудачники: почему диджитал-трансформации заканчиваются провалом? <https://www.skolkovo.ru/expert-opinions/cifrovye-neudachniki-pochemu-didzhital-transformacii-zakanchivayutsya-provalom>.
22. Аналитический отчет компании KMDA «Цифровая трансформация в России-2020: обзор и рецепты успеха». <https://drive.google.com/file/d/1xVK4lSanDZSCN6kGAHXikrGoKgpVlcwN/view>.
23. C. Pettey Avoid these corporate digital business transformation mistakes. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/avoid-these-9-corporate-digital-business-transformation-mistakes>.
24. Теchart. Препятствия цифровой трансформации. 2024. [https://techart.ru/download/insights/0019/9884/add\\_files/digital-transformation-challenges-techart-1706184910.pdf](https://techart.ru/download/insights/0019/9884/add_files/digital-transformation-challenges-techart-1706184910.pdf).
25. Е. А. Штейнгарт, А. Н. Бурмистров. О выборе эталонной модели для разработки функционального представления архитектуры крупного промышленного предприятия//Вопросы экономики и права. 2016. № 97. С. 56-72.
26. Д. С. Рыжова, М. П. Синявина. Анализ содержания понятия «управление персоналом»//Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли. Сб. трудов всероссийской научно-практической и учебно-методической конференции. Санкт-Петербург, 30 мая – 2 июня 2022 г. Санкт-Петербург: ФГАУ ВО СПб ПУ Петра Великого, 2022. С. 72-76.
27. И. С. Смирнова, А. Н. Бурмистров. Основы содержания понятия «система управления персоналом» и ее компонентов//Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли. Сб. трудов всероссийской научно-практической и учебно-методической конференции. Санкт-Петербург, 30 мая – 2 июня 2022 г. СПб: ФГАУ ВО СПбПУ Петра Великого, 2022. С. 92-96.
28. The New European Interoperability Framework. ISA2. [https://ec.europa.eu/isa2/eif\\_en](https://ec.europa.eu/isa2/eif_en).
29. ГОСТ Р 57193-2016 Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем.
30. ГОСТ Р ИСО 9000-2015. Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь.
31. Серия стандартов ИСО 10000.
32. ISO/IEC/IEEE 15288:2023 Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла системы.
33. ГОСТ Р ИСО 18629-1-2010 Системы промышленной автоматизации и интеграция. Язык спецификаций процесса. Ч. 1. Обзор и основные принципы.

## References

1. M. Hermann, T. Pentek, B. Otto. Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review. Technische Universitat Dortmund, 2015.
2. I. A. Seledtsova, V. A. Nikonova. Sravnitel'nyy analiz klyuchevykh osobennostey razvitiya «industrii 4.0» v stranakh Evropy, Azii, SShA i Rossii//Innovatsii. 2017. № 11 (229). С. 15-21.
3. А. Я. Олейников. Aktual'noe sostoyanie problemy interoperabel'nosti//IT-standart. 2020. № 2 (23). С. 37-42.
4. Yu. V. Gulyaev, E. E. Zhuravlev, A. Ya. Oleynikov. Metodologiya standartizatsii dlya obespecheniya interoperabel'nosti informatsionnykh sistem shirokogo klassa. Analiticheskiy obzor//Zhurnal radioelektroniki: elektronnyy zhurnal. 2012. № 3. <http://jre.cplire.ru/mac/mar12/2/text.pdf>.
5. D. A. Mosin, R. R. Khaydarov, D. G. Mayburov, A. S. Gromov. O problemakh interoperabel'nosti v slozhnykh organizatsionno-tekhnicheskikh sistemakh//Voennoe obozrenie. 2025. № 1 (25). С. 113-119.
6. M. Sjarov, D. Kiškalit, T. Lechler et al. Towards «Design for Interoperability» in the context of Systems Engineering//Procedia CIRP. Vol. 96. 2021. P. 145-150. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2021.01.067>.
7. G. S. S. Leal, W. Guédria, H. Panetto. Interoperability assessment: A systematic literature review//Computers in Industry. 2019. 106. P. 111-132. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2019.01.002>.
8. Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. Version 1.0. NCOIC, 2008. 154 p.
9. NCOIC Interoperability Framework (NIF v. 2.1) and NIF Solution Description Reference Manual (NSD-RM v. 1.2). NCOIC, 2008. 125 p.
10. ISO 11354-1:2011 (2011-09). Advanced automation technologies and their applications — Requirements for establishing manufacturing enterprise process interoperability. Part 1: framework for enterprise interoperability.
11. А. Я. Олейников, G. A. Yegorov, E. E. Zhuravlev et al. Application of open systems technology to create integrated information systems of industrial enterprises//Radiopromyshlennost. 2006; 2: 90-107.
12. V. K. Batovrin, Yu. V. Gulyaev, A. Ya. Oleynikov. Obespechenie interoperabel'nosti — osnovnaya tendentsiya v razvitiy otкрыtykh sistem//Zhurnal radioelektroniki. № 3. 2012. М.: RAN, Informatsionnye tekhnologii i vychislitel'nye sistemy, 2009. № 5. С. 7-15.
13. А. А. Башлыкова, А. А. Камешчиков, А. Я. Олейников. Ensuring interoperability as a means of seamless integration of functional subsystems as part of advanced automated military systems//Journal of Radio Electronics. 2018; 9:18.
14. S. I. Makarenko, A. A. Nesterov. Strukturno-funktsional'naya model' interoperabel'nosti organizatsionno-tekhnicheskikh sistem//Trudy uchebnykh zavedeniy svyazi. 2023. Т. 9. № 4. С. 65-74. doi 10.31854/1813-324X-2023-9-4-65-74.
15. ГОСТ Р 59796-2021 Information Technology (IT). Interoperability. Terms and definitions.
16. ГОСТ Р 55062-2021 Information Technologies (IT). Interoperability. Main provisions.
17. ГОСТ Р 59797-2021. Information technology. Complex systems. Interoperability. Basic provisions. Moscow: Rossiyskiy institut standartizatsii Publ. 2021. 11 p.
18. ГОСТ Р 70569-2022. Information technologies. Network-centric information-control systems. Interoperability. Moscow: Rossiyskiy institut standartizatsii Publ. 2022.
19. S. I. Makarenko. Interoperability of organizational and technical systems: monograph. St. Petersburg: Science-intensive Technologies, 2024. 313 p.
20. Р 50.1.041-2002 Standardization recommendations. Information Technology (IT). User Organization Open System (OOS) Environment Profile Design Guide.
21. N. Verkhovsky, S. Sobelev. Digital losers: why do digital transformations end in failure? <https://www.skolkovo.ru/expert-opinions/cifrovye-neudachniki-pochemu-didzhital-transformacii-zakanchivayutsya-provalom>.
22. KMDA Analytical Report «Digital Transformation in Russia-2020: Overview and Recipes for Success». <https://drive.google.com/file/d/1xVK4lSanDZSCN6kGAHXikrGoKgpVlcwN/view>.
23. C. Pettey Avoid these corporate digital business transformation mistakes. <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/avoid-these-9-corporate-digital-business-transformation-mistakes>.
24. Techart. Digital Transformation Challenges. 2024. [https://techart.ru/download/insights/0019/9884/add\\_files/digital-transformation-challenges-techart-1706184910.pdf](https://techart.ru/download/insights/0019/9884/add_files/digital-transformation-challenges-techart-1706184910.pdf).
25. E. A. Shteingart, A. N. Burmistrov. On the choice of a reference model for the development of a functional representation of the architecture of a large industrial enterprise//Issues of economics and law. 2016. № 97. С. 56-72.
26. D. S. Ryzhova, M. P. Sinyavin. Analysis of the content of the concept of «personnel management»//Fundamental and applied research in the field of management, economics and trade. Collection of works of the All-Russian scientific-practical and educational-methodological conference, St. Petersburg, May 30 – June 2, 2022. St. Petersburg: FSAEI HE SPb PU Peter the Great, 2022. P. 72-76.
27. I. S. Sмирнова, А. Н. Бурмистров. Fundamentals of the content of the concept of «personnel management system» and its components//Fundamental and applied research in the field of management, economics and trade. Collection of works of the All-Russian scientific-practical and educational-methodological conference. St. Petersburg, May 30 – June 2, 2022. St. Petersburg: FSAOI HE SPbPU Peter the Great, 2022. P. 92-96.
28. The New European Interoperability Framework. ISA2. [https://ec.europa.eu/isa2/eif\\_en](https://ec.europa.eu/isa2/eif_en).
29. ISO/IEC/IEEE 21839-2019 Systems and software engineering — System of systems (SoS) considerations in life cycle stages of a system.
30. ISO 9000:2015 «Quality management systems — Fundamentals and vocabulary»
31. ISO 10000 series of standards
32. ISO/IEC/IEEE 15288:2023. Systems and software engineering System life cycle processes
33. ISO 18629-1:2004, Industrial automation systems and integration — process specification language. Part 1: overview and basic principles.