

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ**

Информационные технологии.

КОНЦЕПЦИЯ

ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ  
ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Росстандарт

г. Москва

**Предисловие**

1. РАЗРАБОТАНЫ Российским новым открытым университетом (РосНОУ)
2. ВНЕСЕНЫ Техническим комитетом по стандартизации ТК 22 «Информационные технологии»
3. ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

## Содержание

- 1 Область применения
  - 2 Нормативные ссылки
  - 3 Определения, сокращения и обозначения
    - 3.1 Определения
    - 3.2 Сокращения
    - 3.3 Обозначения
  - 4 Общие положения
  - 5 Характеристики сетцентрических информационно-управляющих систем
  - 6 Проблемно-ориентированная модель интероперабельности
  - 7 Основные принципы обеспечения интероперабельности при построении и модернизации СЦИУС
  - 8 Рекомендации руководителям, заказчикам и разработчикам по обеспечению интероперабельности СЦИУС в ходе их создания и модернизации
- Приложение А ( справочная) Библиография

## Введение

В настоящее время одной из основных тенденций в области информационных технологий служит переход от «классической» иерархической архитектуры к сетцентрической архитектуре. Тем самым идёт речь о создании сетцентрических информационно-управляющих систем (СЦИУС). При этом становится первостепенной роль обеспечения интероперабельности - способности двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена (ISO/IEC/IEEE 24765:2010, ГОСТ Р 55062-2012). Это происходит ввиду необходимости обеспечения связи между всеми компонентами СЦИУС по типу «один со всеми», т.е., по повышению требований к созданию стандартизованных интерфейсов.

При этом также возникает необходимость выработки подхода к обеспечению интероперабельности в СЦИУС и разработке соответствующих рекомендаций и документов для разработчиков и пользователей СЦИУС и их компонентов.

Представляется целесообразным использовать подход к обеспечению интероперабельности информационных систем самого широкого класса, зафиксированный в ГОСТ Р 55062-2012. Суть подхода состоит в создании методики, включающей ряд основных и вспомогательных этапов. При этом целесообразно использовать передовой зарубежный опыт и появившиеся новые национальные документы. Наиболее целесообразно учесть опыт международного консорциума Netcentric Network Centric Operations Industry Consortium - NCOIC существующего с 2004 г, основной миссией которого служит обеспечение интероперабельности в СЦИУС, и выпустившего ряд документов. К этим документам относятся два:

- NCOIC Interoperability Framework – NIF (Концепция интероперабельности NCOIC) и

- Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment – SCOPE (Модель для оценки интероперабельности систем, возможностей, программ и предприятий).

Кроме того, целесообразно учесть положения серии стандартов ГОСТ Р 2500n.

Первый этап в подходе к обеспечению интероперабельности, согласно ГОСТ Р 55062-2012 – создание Концепции, что и явилось предметом данного документа, оформленного в виде Рекомендаций Росстандарта. Как известно, документы этой категории разрабатываются в целях предварительной проверки на практике отдельных положений организационного и методического характера. Данный документ может иметь самостоятельное значение, но может применяться совместно с другим документом «Модели оценки интероперабельности сетцентрических информационно-управляющих систем». На основе этих двух документов планируется разработка документа более высокого статуса ГОСТ Р «Информационные технологии. Сетцентрические информационно-управляющие системы. Интероперабельность. Общие положения».

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ**

Информационные технологии

КОНЦЕПЦИЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ

СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Information technologies. The netcentric informatic-control systems interoperability providing framework

Дата введения 202X-XX-XX

**1 Область применения**

Настоящая Концепция является набором общих правил по построению сетецентрических ИУС и достижения их функциональной совместимости. Она может применяться на всех уровнях, включая, национальный, региональный и местный, охватывающих государственные администрации, предприятия и организации. Этот документ может применяться для:

- построения отдельных информационно-управляющих систем различного назначения и масштаба для «бесшовного» включения в сетецентрическую среду;
- создания Единого информационного пространства отраслевого, межотраслевого, регионального и федерального уровней на сетецентрических принципах.

**2 Нормативные ссылки**

1. ISO/IEC/IEEE 24765:2017. Systems and software engineering – Vocabulary. – ISO, 2017. – 522 p.

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. Часть 1. Основа интероперабельности предприятий. – М.: Стандартинформ, 2014. – 34 с.

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. – 10 с.

### **3 Определения, сокращения и обозначения**

#### **3.1. Определения**

В настоящих рекомендациях использованы следующие термины с соответствующими определениями:

**3.1.1 барьер интероперабельности** (interoperability barrier): несовместимость сущностей, которая препятствует обмену информацией с другими сущностями, использованию сервисов или общему пониманию обмененных элементов [1].

**3.1.2 интеграция** (integration): объединение отдельных частей, элементов или подсистем в единое целое

**3.1.3 интегрированная система** (integrated system): система, в которой все входящие в нее подсистемы работают по единому алгоритму, т.е. имеет единую точку управления [3].

**3.1.4 интерфейс** (interface): совокупность средств и правил взаимодействия отдельных систем.

**3.1.5 интероперабельность** (interoperability): способность двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена [3].

**3.1.6 информационно-управляющая система** (network control system): – система, предназначенная для сбора, обработки и выдачи органам управления необходимой информации, генерации на ее основе управляющих воздействий, доведения их до объекта управления, а также контроля их выполнения.

**3.1.7 система управления сетецентрическая** (network-centric control system): распределённая система управления, в которой ее основные элементы, такие как: силы и средства наблюдения, органы управления, управляемые силы и средства, объединены в рамках единого информационного пространства.

**3.1.8 подход к достижению интероперабельности** (interoperability approach): способ, с помощью которого решаются проблемы и преодолеваются барьеры интероперабельности [3].

3.1.9 **профиль интероперабельности** (interoperability profile): согласованный набор стандартов, структурированный в терминах модели интероперабельности [3].

### 3.2 Сокращения

В настоящих рекомендациях использованы следующие сокращения:

ЖЦ	– жизненный цикл
ИУС	– информационно-управляющая система
СЦИУС	– сетевая информационно-управляющая система
ПО	– программное обеспечение
СО	– ситуационная осведомленность

### 3.3. Обозначения

В настоящих рекомендациях использованы следующие обозначения:

NIF	– NCOIC Interoperability Framework
SCOPE	– Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE)

## 4 Общие положения

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 сетевой архитектуре, то есть к созданию сетевых 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 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 статьей 14 федерального закона «О стандартизации» на территории Российской Федерации (РФ) 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, 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.

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].

Цель Концепции – представить заказчикам, разработчикам и пользователям 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.



#### 4. Характеристика сетцентрических 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 сетцентризма, имеет определяющее значение в двух основных областях [9].

- ситуационная осведомленность органов управления;
- оперативное управление имеющимися возможностями.

Именно поэтому для СЦИУС на первый план выходит способность к функциональному взаимодействию (интероперабельности), позволяющая органам управления обращаться к нужным информационными ресурсам и функциональным возможностям вне зависимости от их принадлежности к конкретной системе. На рисунке 1 представлено совместное функционирование нескольких СЦИУС.

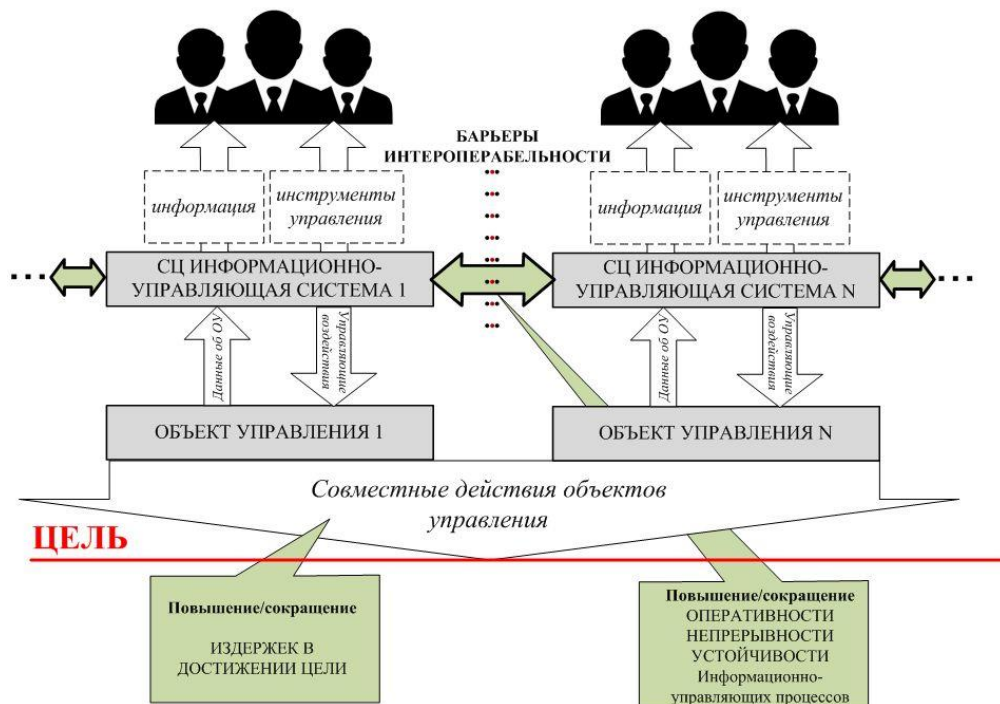


Рисунок 1 – Совместное функционирование нескольких СЦИУС

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 [9].

#### 5. Проблемно-ориентированная модель интероперабельности

Для обеспечения интероперабельности двух и более информационно-управляющих систем любое конкретное решение при построении СЦИУС должно быть получено на основе проблемно-ориентированной модели интероперабельности систем, (см. Рис. 2 [1,2,3,4]. Эта модель заимствована из документа NCOIC Interoperability Framework - NIF и по существу представляет собой расширение трёх уровней эталонной модели, зафиксированной в ГОСТ Р 550062-2012.



Рисунок 2 – Проблемно-ориентированная модель интероперабельности для СЦИУС

- Технический уровень эталонной модели разбит на 4 уровня,
- Семантический уровень тоже разбит на 4 уровня
- Организационный уровень разбит на 3 уровня.

## 6. Основные принципы обеспечения интероперабельности при построении и модернизации СЦИУС

Принципы интероперабельности являются фундаментальными правилами для разработчиков сетевых ИУС в части обеспечения организационной, семантической и технической совместимости разрабатываемых систем.

**Основополагающий принцип 1: открытость**

В контексте взаимодействия СЦИУС принцип открытости касается главным образом информационных ресурсов и правил доступа к ним, программного обеспечения, а также общих правил сетевого взаимодействия (набора протоколов и интерфейсов). Использование открытых спецификаций и стандартов позитивно влияет на интероперабельность и должно поощряться. Внутренние, локальные стандарты должны применяться тогда, когда это неизбежно или обеспечивает достаточные выгоды, при этом не доминируя в общей или технической архитектуре.

**Основополагающий принцип 2: прозрачность**

Прозрачность в контексте интероперабельности означает обеспечение видимости внутри сетевой среды информационных ресурсов и функциональных возможностей взаимодействующих систем с учетом разграничения доступа.

**Основополагающий принцип 3: модульность и автономность**

Соблюдение принципа модульности и автономности обеспечивает независимость каждой СЦИУС от состояния взаимодействующих систем, их информационных ресурсов и функционала до уровня, необходимого для решения собственной частной задачи.

**Основополагающий принцип 4: возможность повторного использования**

Возможность повторного использования ИТ-решений (например, программных компонентов, интерфейсов, протоколов, стандартов), информации и данных, является важнейшим принципом обеспечения взаимодействия и наращивания масштаба СЦИУС. Кроме того, соблюдение данного принципа экономит деньги и время. Следует учитывать ряд ключевых проблем, ограничивающих совместное и повторное использование ИТ-решений на техническом, организационном и правовом уровнях.

**Основополагающий принцип 5: технологическая нейтральность и переносимость данных**

При создании СЦИУС следует уделять основное внимание функциональным и информационным потребностям органов управления, а не конкретным технологиям, с тем чтобы свести к минимуму технологические зависимости,

избегать навязывания конкретных технических решений и иметь возможность адаптироваться к быстро меняющейся технологической среде.

Основополагающий принцип 6: **ориентация на пользователя**

Под пользователями понимаются любые органы управления. Потребности пользователей должны учитываться при определении того, какая информация и пользовательские инструменты необходимы конкретному органу управления для выполнения функций управления.

Основополагающий принцип 7: **административное упрощение**

Там, где это возможно, следует стремиться к рационализации и упрощению информационно-управляющих процессов.

Основополагающий принцип 8: **оценка результативности**

Совместное функционирование двух и более СЦИУС должно оцениваться по показателям оперативности, непрерывности и устойчивости управления, а также степени достижения цели функционирования совокупностью объектов управления.

Оценка результативности и действенности различных решений для обеспечения интероперабельности и технологических вариантов построения СЦИУС должна осуществляться с учетом потребностей органов управления, а также пропорциональности и сбалансированности затрат и выгод.

## **7. Рекомендации заказчикам, разработчикам и пользователям 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 [4], и связанные с этим трудности интеграции, взаимного влияния функциональных и не функциональных параметров взаимодействующих систем, зависимость от возможных изменений во взаимодействующих системах и прочие особенности наиболее предпочтительными являются *спиральный (итерационный)* подход к разработке систем [4].

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.

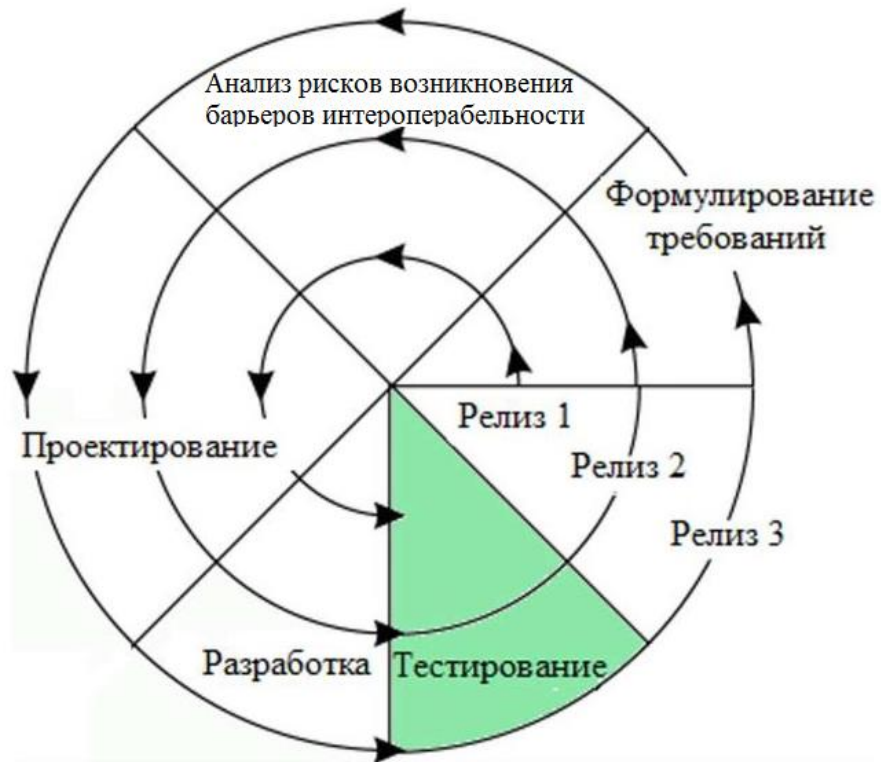


Рисунок 3 – Спиральный (эволюционный) жизненный цикл разработки СЦИУС

Преимуществом спирального (итерационного) подхода являются [4]:

- 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.

Учитывая, что основу функционирования СЦИУС составляют информационно-управляющие процессы, наиболее предпочтительной является интеграция 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 т.д.;
- 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 [4]. Краткосрочная стратегия обеспечивает специальные шлюзы между СЦИУС (в том числе на основе Web-сервисов). Преимущества 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 заключается в том, что она позволяет осуществлять «мелкозернистое», реконфигурируемое взаимодействие, однако она сложна в реализации и требует системного (процессного) подхода [4]. На рисунке 4 представлена схема реализации указанных стратегий интеграции.

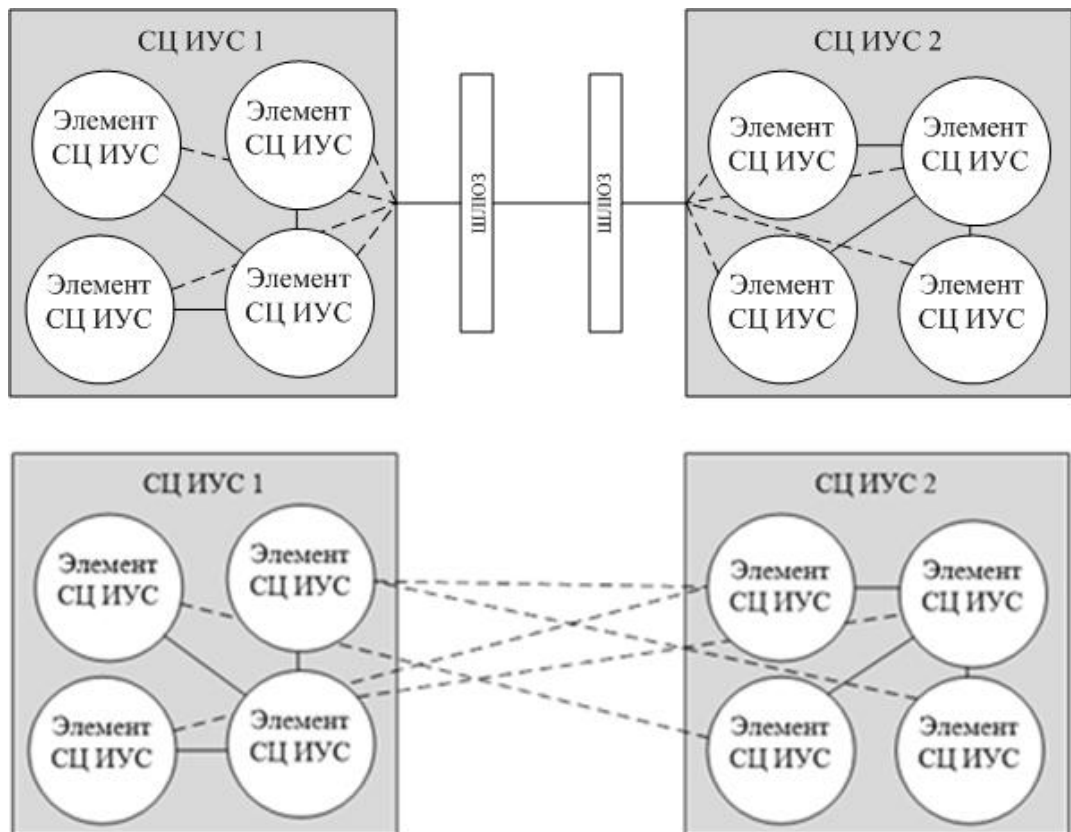


Рисунок 4 – Краткосрочная и долгосрочная стратегии интеграции СЦИУС

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 [5].

При разработке протоколов информационного обмена и моделей данных при создании СЦИУС необходимо стремиться к формированию правил их взаимодействия с использованием отношения один-ко-многим, как показано на рисунке 5

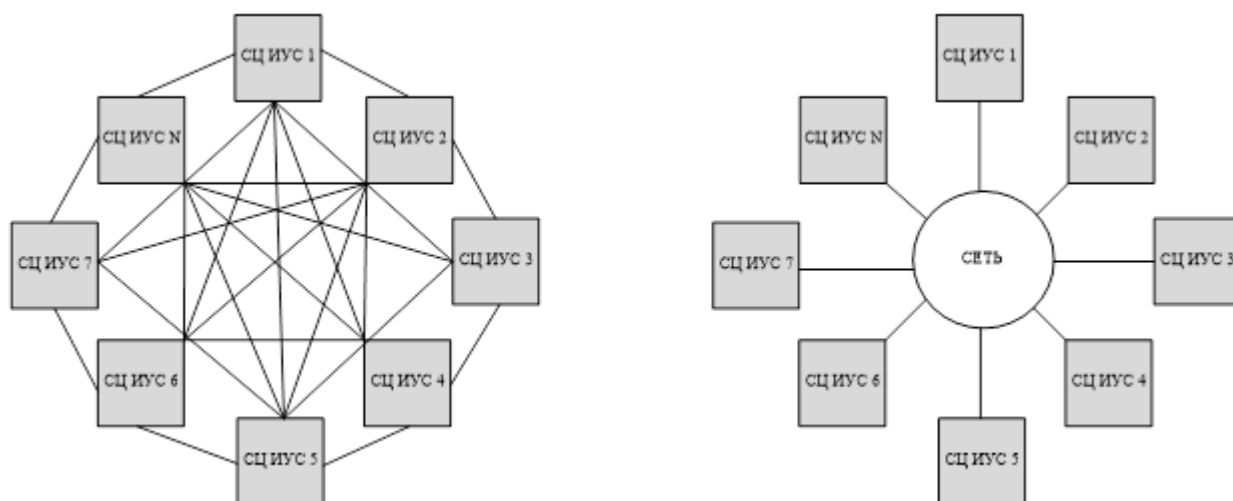


Рисунок 5 – Переход от отношения «один к одному» к отношению «Каждый с каждым»

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.



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

**Библиография**

[1]. ГОСТ Р ИСО 11354-1-2012 Усовершенствованные автоматизированные технологии и их применение. Требования к установлению интероперабельности процессов промышленных предприятий. Часть 1. Основа интероперабельности предприятий

[2]. 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

[3]. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25000: – Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программных средств (SQuaRE).Руководство по SQuaRE;

[4]. ГОСТ Р ИСО/МЭК 25010: – Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программных средств (SQuaRE).Модели качества систем и программных продуктов;

[5]. ГОСТ Р 55062-2012 Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации и их интеграция.

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

[7]. Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. Version 1.0. – NCOIC, 2008. – 154 p.

[8]. Башлыкова А. А., Козлов С. В., Макаренко С. И., Олейников А. Я., Фомин И. А. Подход к обеспечению интероперабельности в сетевых системах управления // Журнал радиоэлектроники. 2020.

[9]. Ефремов А. Ю., Максимов Д. Ю. Сетевая система управления – что вкладывается в это понятие? // Труды 3-й Всероссийской конференции с международным участием «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения» (УКИ-2012). – М.: ИПУ РАН, 2012. – С. 158-161.

[10]. Киселев В.Д., Рязанцев В.Н., Данилкин Ф.А., Губинский А.Ф. Информационные технологии в оборонно-промышленных комплексах России и стран НАТО.М. Знание, 2017. 255 с.

[11]. Козлов С. В., Макаренко С. И., Олейников А. Я., Растягаев Д. В., Черницкая Т. Е. Проблема интероперабельности в сетевых системах управления. Журнал радиоэлектроники. 2019 №11.

[12]. Макаренко А. В. Введение в сетевые информационно-управляющие системы // Конструктивная кибернетика [Электронный ресурс]. 2010. – URL: <http://www.rdcn.ru/estimation/2010/03042010.shtml> (дата доступа: 21.02.2019).

[13]. Олейников А.Я., Растягаев Д.В., Фомин И.А. Основные положения концепции обеспечения интероперабельности сетевых информационно-управляющих систем. Вестник Российского нового университета: серия сложные системы, модели, анализ и управление. Выпуск 3 С. 122-131.

[14]. Рахманов А. А. Сетевые системы управления – закономерные тенденции, проблемные вопросы и пути их решения // Военная мысль. 2011. № 3. С. 41-50.

[15]. Трахтенгерц Э. А., Пащенко Ф. Ф. Использование сетевых принципов в технологиях цифровой экономики // Датчики и системы. 2018. № 7 (227). С. 3-14.

[16]. Трахтенгерц Э. А., Пащенко Ф. Ф. Массирование результатов и самосинхронизация в сетевых системах // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2017. № 2. С. 4-12.

[17]. Трахтенгерц Э. А., Пащенко Ф. Ф. Синергетические эффекты в сетевых системах // Датчики и системы. 2017. № 11 (219). С. 3-12.

[18]. Трахтенгерц Э. А., Пащенко Ф. Ф. Некоторые особенности сетевого управления в крупномасштабных сетях // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2015. № 4. С. 12-21.

УДК 004.7

ОКС 35.240.50

Ключевые слова: концепция модели, интероперабельность, архитектура, сетевые информационно-управляющие системы, барьеры интероперабельности, профили интероперабельности, стандарты

Разработчики:

Ректор Российского нового открытого университета (РосНОУ)

д.т.н., проф.

\_\_\_\_\_ Зернов В.А.

Руководитель разработки

г.н.с., д.т.н.

\_\_\_\_\_ Олейников А.Я.

Исполнители:

к.т.н.

\_\_\_\_\_ Башлыкова А.А.

к.т.н.

\_\_\_\_\_ Козлов С.В.

д.т.н.

\_\_\_\_\_ Макаренко С.И.

к.ф.-м.н.

\_\_\_\_\_ Растягаев Д.В.

к.т.н.

\_\_\_\_\_ Фомин И.А.