

**РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ**

Информационные технологии  
МОДЕЛИ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ И  
ОЦЕНКИ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ  
ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ

Росстандарт  
г. Москва

**Р.50.....**

**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. Модели для обеспечения и оценки интероперабельности СЦИУС
  6. Рекомендации заказчикам, разработчикам и пользователям по использованию модели оценки интероперабельности
- Библиография

## **Введение**

В настоящее время одной из основных тенденций в области информационных технологий служит переход от «классической» иерархической архитектуры к сетецентрической архитектуре. Тем самым идёт речь о создании сетецентрических 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[1,2].

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 [5,6]. 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).

Из отечественного опыта целесообразно учесть положения стандартов серии ГОСТ Р 2500n[12,14].

В данных Рекомендациях приводятся две модели.

Во-первых, для построения СЦИУС, в которой обеспечивается интероперабельность, необходимо иметь проблемно-ориентированную модель,

представляющую расширение эталонной трехуровневой модели, введённой в ГОСТ Р 55062 -2012.

Во вторых, должна существовать модель, позволяющая проводить качественно-количественные оценки степени интероперабельности, поскольку интероперабельность представляет собой не абсолютное, а относительное понятие.

## **P.50.....**

### **1 Область применения**

Основная область применения настоящих рекомендаций – представление совокупности аспектов, параметров и показателей для оценки достигаемого качества интероперабельности при создании и модернизации СЦИУС.

Настоящая модель определяет:

- основные понятия, связанные с понятием «интероперабельность»;
- описание основных частных аспектов интероперабельности на организационном, семантическом и техническом уровне интероперабельности;
- параметры, критерии и показатели, характеризующие интероперабельности как характеристику качества.

Настоящие рекомендации предназначены для заказчиков, поставщиков, разработчиков и пользователей СЦИУС, а также кадров, осуществляющих эксплуатацию этих систем.

### **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.
5. ГОСТ Р ИСО 11354-1-2012 Усовершенствованные автоматизированные технологии и их применение. Требования к установлению интероперабельности процессов промышленных предприятий. Часть 1. Основа интероперабельности предприятий
6. NCOIC Interoperability Framework (NIF v. 2.1) and NIF Solution Description Reference Manual (NSD-RM v. 1.2). – NCOIC, 2008.
7. Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. Version 1.0. – NCOIC, 2008

### 3 Определения, сокращения и обозначения

#### 3.1 Определения

**Аспект интероперабельности:** частная характеристика, свойство или параметр процесса обмена информацией или использования информации, полученной в результате такого обмена.

**Барьер интероперабельности** (interoperability barrier): причина невозможности совместной работы двух и более ИУС (элементов сетцентрических ИУС), которая блокирует обмен информацией и взаимное оказание услуг между ними.

**Интероперабельность** (англ. interoperability): Способность двух и более систем или элементов обмениваться информацией и использовать эту информацию.

**Информационно-управляющая система**– 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.

**Качество интероперабельности:** степень соответствия достигнутых показателей интероперабельности требуемым значениям.

**Критерий обеспечения интероперабельности:** признак, правило, мера суждения, на основании которых проводится оценка достигнута ли требуемая степень интероперабельность или нет.

**Параметр интероперабельности:** количественная или качественная характеристика какого-либо частного свойства или аспекта интероперабельности.

**Показатель интероперабельности:** совокупность характеристик, функций характеристик или величин, качественно и количественно оценивающих степень достижения интероперабельности, по какому-либо частному ее аспекту.

**Сетецентрическая информационно-управляющая система:** совокупность информационных систем и систем управления, объединенных на основе сетцентрического принципа.

**Сетецентрической принцип построения систем:** базовое положение об объединении всех элементов системы на основе единого информационного пространства (сетецентрической среды), обеспечение полной интероперабельности элементов и предоставление всем элементам системы возможностей беспрепятственного взаимного обмена информацией независимо от уровней иерархии и выполняемых функций.

### **3.2 Сокращения**

В настоящих рекомендациях использованы следующие сокращения:

ЖЦ	– жизненный цикл
ИУС	– информационно-управляющая система
МОЖ	– математическое ожидание
СЦИУС	– сетевая информационно-управляющая система
ПО	– программное обеспечение
СО	– ситуационная осведомленность
ЭМВОС	– эталонная модель взаимодействия открытых систем

### **3.3. Обозначения**

В настоящих рекомендациях использованы следующие обозначения:

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

## **4. Общие положения**

СЦИУС относятся к классу сложных объектов. Каждый сложный объект может иметь несколько моделей, отражающих разные свойства объекта. Для СЦИУС можно применить, по крайней мере, две модели: 1. модель интероперабельности для построения СЦИУС и 2. Модель для качественно-количественной оценки степени интероперабельности с учетом того, что интероперабельность представляет не абсолютную, а относительную характеристику СЦИУС[3,4].

Модель интероперабельности представляет собой 11-уровневую проблемно-ориентированную модель, которая является расширением эталонной трехуровневой модели интероперабельности, приведённой в ГОСТ Р 55062-2012. Проблемно ориентированная модель заимствована из документа, NCOIC Interoperability Framework – NIF (Концепция интероперабельности NCOIC), разработанного международным консорциумом Network Centric Operations Industry Consortium (NCOIC), основная миссия которого – разработка методов и средств обеспечения интероперабельности в сетевых системах на межотраслевом и межрегиональном уровнях [8,9,10,11].

Модель оценки интероперабельности основана на модели Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment, разработанной консорциумом Network-Centric NCOIC, которая была



переработана проблемно ориентированной модели интероперабельности, указанной выше, а так же с учетом серии стандартов ГОСТ Р ИСО/МЭК 25000: – Системная и программная инженерия. Требования и оценка качества систем и программных средств (SQuaRE).

### 5. Модели для обеспечения и оценки интероперабельности сетецентрических информационно-управляющих систем

Модель интероперабельности сетецентрических информационно-управляющих систем строится на основе проблемно-ориентированной модели интероперабельности СЦИУС путем наполнения каждой из характеристик набором параметров. Проблемно-ориентированная модель интероперабельности СЦИУС, наполненная параметрами, представлена на рисунке 1 .

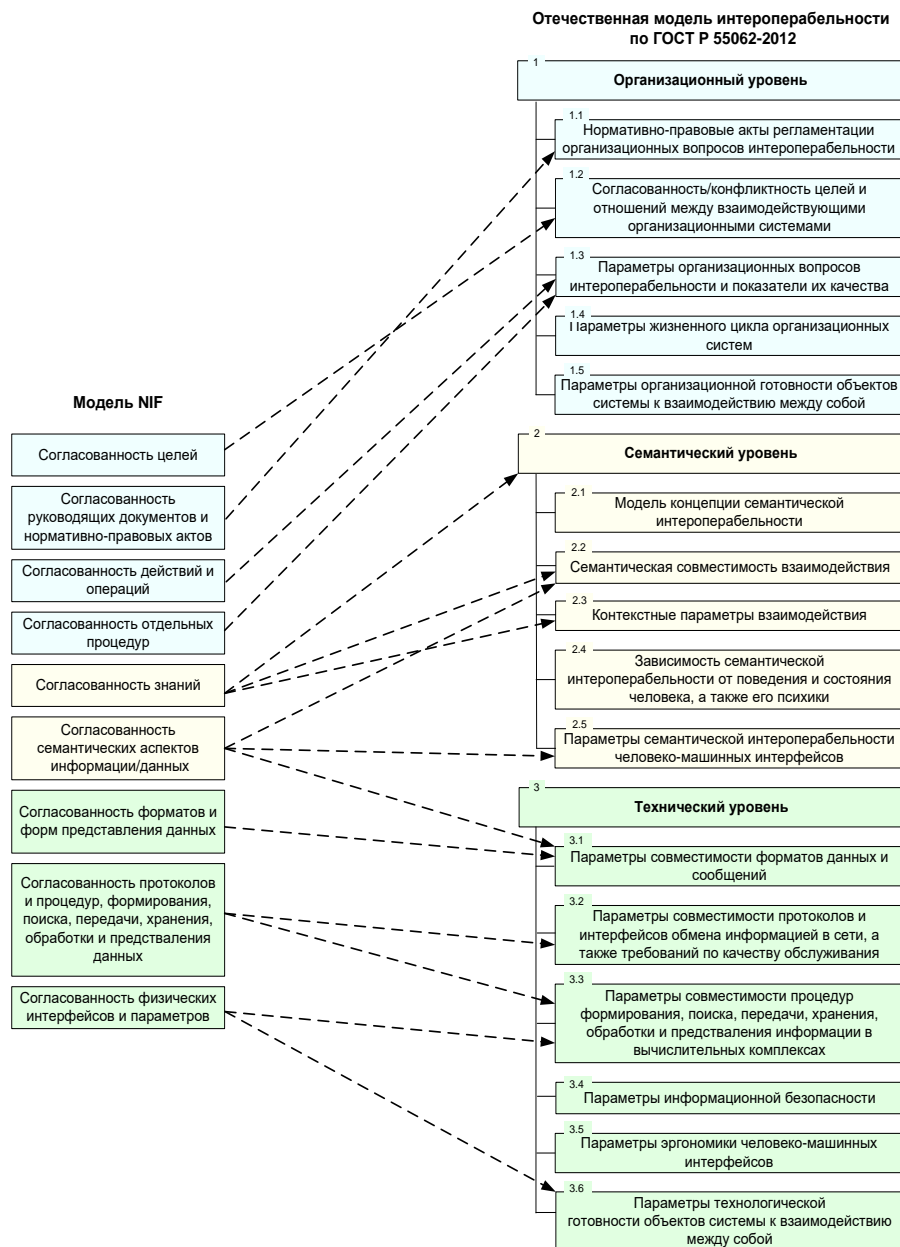


Рисунок 1 – Модели для обеспечения и для оценки интероперабельности СЦИУС

## **P.50.....**

Модель интероперабельности СЦИУС определяет основные параметры, критические для интероперабельности, а также основные параметры и показатели, определяющие каждый такой частный аспект, на следующих уровнях эталонной модели интероперабельности:

- технический уровень интероперабельности;
- семантический уровень интероперабельности;
- организационный уровень интероперабельности.

Наличие количественных и качественных параметров и показателей позволяет оценить качество интероперабельности, в ее различных аспектах, на вышеуказанных уровнях.

Оценка качества интероперабельности является важным методическим инструментом, как при создании СЦИУС, так и при интеграции в существующую СЦИУС новых элементов, систем или подсистем.

При выборе совокупности параметров и показателей для оценки качества интероперабельности преимущество должно отдаваться тем параметрам и показателям, которые характеризуют барьеры интероперабельности в конкретной системе.

**Организационный уровень** формализует интероперабельность на уровне общих целей систем, бизнес-процессов, нормативно-правовых актов. Организационная интероперабельность характеризуется параметрами организационной готовности СЦИУС и их элементов к взаимодействию между собой и другими системами. К указанным показателям относятся:

Согласованность руководящих и нормативных документов (см. блок 1.1 рисунка 1):

- руководящие документы, регламентирующие доктрину, структуру организации, подготовку и образование персонала, материально-техническое обеспечение и оборудование организации в контексте политики, военного дела, экономики, социальной сферы, инфраструктуры, информационной сферы и т.д.

- порядок совместного применения и использования различных подразделений и объектов организации;

Согласованность целей, задач и назначения СЦИУС(см. блок 1.2 рисунка 1):

- степень согласованности целей, задач и ключевых процессов взаимодействующих СЦИУС;

- требования назначения взаимодействующих СЦИУС;
- тип взаимодействующих СЦИУС;
- размер взаимодействующих СЦИУС;
- уровень гетерогенности взаимодействующих СЦИУС;
- уровень информационной связности подразделений организации и объектов взаимодействующих СЦИУС.
- текущие параметры жизненного цикла взаимодействующих СЦИУС;

Функциональная полнота и пригодность СЦИУС и их элементов (см. блоки 1.3,1.4,1.5 рисунка 1):

- общий порядок функционирования СЦИУС;
- требования по режиму времени (дни, часы, минуты, секунды...)
- категории пользователей СЦИУС и их информационные и функциональные потребности, совместимость ролей пользователей;
- перечень информационно-управляющих процессов (функций) СЦИУС;
- перечень операций в рамках информационно-управляющих процессов (функций);
- входные и выходные данные СЦИУС, процессов (функций);
- контролируемые параметры объектов управления;
- ожидаемая динамика изменения параметров объектов управления;
- порядок совместного применения и взаимодействия объектов управления взаимодействующих СЦИУС;
- порядок формирования «горизонтальных» связей между подразделениями и объектами СЦИУС на одном иерархическом уровне управления;
- контролируемые параметры окружающей среды функционирования СЦИУС;
- динамика параметров окружающей среды;

**Семантический уровень** интероперабельности формализует функциональное взаимодействие СЦИУС и их элементов на уровне интерпретации смысла информации, которой обмениваются системы. На этом уровне интероперабельность определяется следующим набором показателей:

Согласованность терминов (см. блок 2.1 рисунка 1):

- параметры индивидуальных психических особенностей пользователей, его социальной роли, культурных особенностей социума, уровня образования;

## **P.50.....**

- параметры бизнес-культуры и специфика действий пользователей СЦИУС как членов организаций;

- параметры лингвистической совместимости взаимодействующих пользователей;

- параметры совместимости понятий и знаний взаимодействующих пользователей;

- параметры контекста ситуации, в которой взаимодействуют пользователи.

Согласованность форматов структур данных и их содержания (см. блок 2.2 рисунка 1):

- совместимость форматов структур данных, описывающих предметы и явления предметной области;

- совместимость содержания структур данных, описывающих предметы и явления предметной области;

- лингвистическая и синтаксическая совместимость передаваемых сообщений;

- совместимость форматов данных и сообщений служебной информации.

Согласованность форм представления данных и инструментов управления (см. блоки 2.2, 2.3 рисунка 1)

- наличие и возможность использования метаданных для описания объектов и информации:

- тип и язык метаданных;

- доступность метаданных;

- уровень автоматизации описания объектов и информации метаданными;

- уровень автоматизации классификации и категоризации объектов и информации на основе метаданных;

- актуальность описания объектов и информации метаданными.

- уровень доступности объекта или информации;

- полнота описания объекта или информации метаданными;

- адекватность описания объекта или информации метаданными;

- полнота описания объекта и информации метаданными;

- актуальность метаданных об объекте или информации;

- необходимость формирования предварительной договоренности перед началом взаимодействия с объектом или перед получением информации;

- возможность обратиться с формализованным запросом;
- возможность обратиться с контекстно-информационными запросами;
- своевременность обнаружения / поиска нужного объекта или требуемой информации;
- вероятность правильного обнаружения объектов и поиска нужной информации;

Качество совместно используемой информации (см. блок 2.3 рисунка 1)

- полнота предоставляемой (используемой) информации
- актуальность предоставляемой (используемой) информации
- безошибочность предоставляемой (используемой) информации
- точность предоставляемой (используемой) информации
- согласованность значений данных в группе СЦИУС

Согласованность протоколов и интерфейсов (см. блок 2.3, 2.5, 3.1 рисунка 1):

- согласованность протоколов и интерфейсов физического уровня по эталонной модели взаимодействия открытых систем (ЭМВОС);
- согласованность протоколов и интерфейсов канального уровня ЭМВОС;
- согласованность протоколов и интерфейсов сетевого уровня ЭМВОС;
- согласованность протоколов и интерфейсов транспортного уровня ЭМВОС;
- согласованность протоколов и интерфейсов сеансового уровня ЭМВОС;

**Технический уровень** интероперабельности формализует интероперабельность на уровне технических средств, аппаратных и программных комплексов, реализующих информационно-управляющие процессы, выполняющих операции ввода, поиска, обработки, хранения, доведения и предоставления информации и инструментов управления. На этом уровне интероперабельность определяется следующими нижеуказанными частными аспектами.

Производительность (см. блок 3.2, 3.1 рисунка 1):

- МОЖ времени выполнения совместных процедур в рамках информационно-управляющих процессов в группе СЦИУС
- дисперсия времени выполнения совместных процедур в рамках информационно-управляющих процессов в группе СЦИУС
- МОЖ времени выполнения операций, возложенных на пользователей в рамках информационно-управляющих процессов СЦИУС;

## **P.50.....**

- дисперсия времени выполнения операций, возложенных на пользователей в рамках информационно-управляющих процессов СЦИУС;

- МОЖ времени выполнения операций, возложенных на вычислительную технику и программные средства в рамках информационно-управляющих процессов СЦИУС;

- дисперсия времени выполнения операций, возложенных на вычислительную технику и программные средства в рамках информационно-управляющих процессов СЦИУС;

- МОЖ времени выполнения операций в рамках информационно-управляющих процессов СЦИУС, возложенных на телекоммуникационное и сетевое оборудование;

- дисперсия времени выполнения операций в рамках информационно-управляющих процессов СЦИУС, возложенных на телекоммуникационное и сетевое оборудование;

- вероятность потери или искажения информации при ее вводе, обработке, передаче, хранении, представлении.

- коэффициенты загруженности пользователей;

- коэффициенты загруженности вычислительной техники;

- коэффициенты загруженности телекоммуникационного и сетевого оборудования;

- средние длины очередей к элементам СЦИУС;

Надежность ключевых элементов СЦИУС, критических для взаимодействия (см. блок 3.2, 3.3, 3.4 рисунка 1)

- средняя наработка на отказ (сбой) программного обеспечения

- средняя наработка на отказ (сбой) вычислительной техники

- средняя наработка на отказ (сбой) телекоммуникационного и сетевого оборудования

- среднее время восстановления после сбоя программного обеспечения

- среднее время восстановления после отказа (сбоя) вычислительной техники

- среднее время восстановления после отказа (сбоя) телекоммуникационного и сетевого оборудования.

Удобство эксплуатации ИУС(см. блок 3.6 рисунка 1)

Параметры автоматизации сетевого взаимодействия:

- уровень автоматизации управления сетевой инфраструктурой;
- уровень автоматизации подготовки и настройки СЦИУС и его элементов;
- уровень автоматизации процедур защиты сети от преднамеренных дестабилизирующих воздействий;
- уровень автоматизации процедур обеспечения информационной безопасности в сети.

Параметры эргономичности человеко-машинных интерфейсов:

- уровень «естественности» и простоты взаимодействия человека с системой;
- уровень удовлетворенности пользователей;
- количество механических манипуляций с интерфейсом при выполнении операций пользователем;
- уровень релевантности представляемой через интерфейс информации;

**6. Рекомендации руководителям, заказчикам и разработчикам по использованию модели оценки интероперабельности**

В соответствии с требованиями современных нормативно-технических документов по оценке качества систем и программного обеспечения и систем определен набор метрик показателей, характеризующих интероперабельность при совместном функционировании информационных систем.

Руководствуясь настоящей моделью оценки интероперабельности ( Рис 2) с учетом особенностей оцениваемой системы и цели оценки исследователь может сформировать модель качества функционирования оцениваемой системы, состоящую из наиболее критичных для интероперабельности СЦИУС.

Опыт создания и внедрения сложных информационно-управляющих систем показывает, что характеристики качества ИУС тесно взаимосвязаны между собой, влияют друг на друга, но при этом не компенсируют одна другую.

Например, не достаточная производительность системы (элемента системы) может стать барьером интероперабельности из-за длительности обработки запросов из вне. И этот барьер не может быть преодолен высокой надежностью системы или другими характеристиками качества, значения которых в свою очередь так же могут стать барьерами интероперабельности при определенных условиях.

## **P.50.....**

Таким образом, оценка уровня интероперабельности сетецентрических информационно-управляющих систем должна быть комплексной и инклюзивной по отношению к ряду характеристик качества ИУС, критических для достижения сетецентризма.

В свою очередь каждая характеристика качества оценивается по ряду показателей, образуя модель комплексной оценки сетецентрических ИУС и их элементов с точки зрения способности к взаимодействию друг с другом. При этом конкретный состав характеристик и параметров оценки зависит от назначения конкретной системы и особенностей ее функционирования.

При выборе конкретных показателей различных характеристик важно отдавать предпочтения тем, которые являются наиболее вероятными барьерами интероперабельности. Оценка качества СЦИУС должна быть направлена на поиск и устранение таких барьеров.

При этом, учитывая сложность вопроса оценки интероперабельности СЦИУС целесообразно применять комбинированные методы на основе натуральных экспериментов и экспериментов с моделью системы.

Системный анализ рисков возникновения интероперабельности целесообразно осуществлять на основе построения сложных комбинированных имитационных моделей функционирования СЦИУС с синтезом объектного, дискретно-событийного и системно-динамического подходов. Исходные данные для построения соответствующих математических и имитационно-статистических моделей целесообразно получать в результате тестирования очередной версии системы, программной продукции. Для крупных СЦИУС целесообразно применение средств автоматизированного тестирования.

Предложенный подход позволяет осуществлять разностороннюю оценку функционирования СЦИУС и выявлять барьеры интероперабельности на ранних стадиях разработки.



## Библиография

- [1]. 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.
- [2]. Рахманов А. А. Сетецентрические системы управления – закономерные тенденции, проблемные вопросы и пути их решения // Военная мысль. 2011. № 3. С. 41-50.
- [3]. Макаренко А. В. Введение в сетецентрические информационно-управляющие системы // Конструктивная кибернетика [Электронный ресурс]. 2010. – URL: <http://www.rdcn.ru/estimation/2010/03042010.shtml> (дата доступа: 21.02.2019).
- [4]. Ефремов А. Ю., Максимов Д. Ю. Сетецентрическая 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.
- [5]. Network-Centric Operations Industry Consortium (NCOIC). 2019. – URL: <https://www.ncoic.org> (дата доступа: 21.10.2019).
- [6]. Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. Version 1.0. – NCOIC, 2008. – 154 p.
- [7]. NCOIC Interoperability Framework (NIF v. 2.1) and NIF Solution Description Reference Manual (NSD-RM v. 1.2). – NCOIC, 2008. – 125 p.
- [8]. Башлыкова А. А., Козлов С. В., Макаренко С. И., Олейников А. Я., Фомин И. А. Подход к обеспечению интероперабельности в сетецентрических системах управления // Журнал радиоэлектроники. 2020.
- [9]. С. В. Козлов, С. И. Макаренко, А. Я. Олейников, Д. В. Растягаев, Т. Е. Черницкая Проблема интероперабельности в сетецентрических системах управления. Журнал радиоэлектроники. 2019 №11.
- [10]. Олейников А.Я. Подход к обеспечению интероперабельности в сетецентрических информационно-управляющих системах. Сборник докладов IX форума «Информационные технологии на службе оборонно-промышленного комплекса Калуга 2020. С.113-117.
- [11]. Олейников А.Я., Растягаев Д.В., Фомин И.А. Основные положения концепции обеспечения интероперабельности сетецентрических информационно-

**P.50.....**

управляющих систем. Вестник Российского нового университета: серия сложные системы, модели, анализ и управление. Выпуск 3 С. 122-131.

[12]. 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

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

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.