

DOI: <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2022.1.1>

УДК: 004.5

## **СЕМАНТИЧЕСКАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКИХ АГЕНТОВ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ В СЕТЕЦЕНТРИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

**С. И. Макаренко**

**Санкт-Петербургский Федеральный исследовательский центр Российской академии наук, 199178, Россия, Санкт-Петербург, 14 линия, д. 39**

Статья поступила в редакцию 14 октября 2021 г.

**Аннотация.** В условиях перехода информационно-управляющих систем к сетецентрической архитектуре и к созданию сетецентрических информационно-управляющих систем (СЦИУС) возрастает актуальность обеспечения интероперабельности в таких системах. В соответствии с ГОСТ Р 55062-2012 интероперабельность обеспечивается на трех уровнях: техническом, семантическом и организационном. В предыдущих работах автора на основе мультиагентного подхода и SCOPE-модели (Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises Model for Interoperability Assessment) предложены основные положения концепции семантической интероперабельности СЦИУС. В этой концепции взаимодействие в СЦИУС формализуется на основе агентов различных типов: человеческих агентов (ЧА) и технических агентов (ТА). В данной статье рассматриваются особенности обеспечения интероперабельности при взаимодействии ЧА внутри организационной подсистемы СЦИУС. К таким ЧА можно отнести операторов ТА и лиц, принимающих решения, органы управления СЦИУС.

**Ключевые слова:** интероперабельность, сетецентрические системы, мультиагентная модель, агент, взаимодействие, семантическая совместимость.

**Abstract.** In the situation of transition from information and control systems to a net-centric architecture and development of net-centric system (NCS), the relevance of interoperability assurance in such systems is increasing. Interoperability have to be provided at three levels: technical, semantic and organizational in accordance with Russia's state standard no. 55062-2012. The main thesis of the concept of semantic interoperability of NCS, which are based on a multi-agent approach and a systems capabilities, operations, programs and enterprises model for Interoperability assessment, were proposed in the author's previous papers. In this concept, interaction in NCS is formalized based on various types' agents: human agents and technical agents. In this paper, the interoperability features of the human agents' interaction within NCS are considered. These human agents can be operators of technical systems and decision-makers.

**Key words:** interoperability, net-centric system, multi-agent model, agent, interaction, semantic compatibility.

## **Введение.**

В настоящее время развитие информационных систем ведется в направлении их интеграции и глобализации. Первостепенным, можно сказать ключевым, свойством на основе которого объединяются информационные системы является интероперабельность, под которым понимается способность бесшовного информационного взаимодействия отдельных систем, элементов и подсистем. Согласно общепринятому определению, данному организациями по стандартизации [1, 2]: «интероперабельность – способность двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена».

Следует отметить, что несмотря на то, что в отечественной литературе достаточно большое число публикаций посвящено вопросам интероперабельности информационных систем [3-24], в том числе – информационных систем специального назначения [25-30], подавляющая часть этих работ посвящена исследованию вопросов технической

интероперабельности. В то же время работ по проблеме семантической интероперабельности информационных систем несравненно меньше. К основным из них стоит отнести работы [31-34].

В работе [35] представлена обобщенная модель интероперабельности, разработанная международным консорциумом NCOIC – «Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises Model for Interoperability Assessment» (SCOPE-модель). В то же время в Российской Федерации (РФ) имеется действующий стандарт ГОСТ Р 55062-2012 [2], содержащий трехуровневую эталонную модель интероперабельности и методику ее достижения. В работе [17] обоснован вариант декомпозиции параметров SCOPE-модели и их адаптации к эталонной модели, представленной в ГОСТ Р 55062-2012 (рис. 1). В работе [36] автором предложена концепция семантической интероперабельности сетцентрической информационно-управляющей системы (СЦИУС), как частного случая сложной информационной системы, в виде «семантической сети» множества взаимодействующих агентов-людей и технических агентов – человеко-машинной мультиагентной системы. Эта концепция основана на переработке раздела «Semantic Interoperability Conceptual Framework» в SCOPE-модели [35] с целью ее адаптации к основным положениям ГОСТ Р 55062-2012 [2] и соответствует блоку 2.1 на рис. 1. В работе [37] автором была проведена более глубокая проработка вопросов семантической интероперабельности взаимодействия агентов и «контекстных» параметров в ранее обоснованной мультиагентной системе (соответствует блокам 2.2 и 2.3 на рис. 1). В результате, к настоящему времени при разработке параметров семантической интероперабельности непроработанными остались вопросы семантической совместимости агентов-людей с учетом их психологии – операторов технических систем и лиц, принимающих решения (блок 2.4 на рис. 1).

Таким образом, целью данной статьи является разработка вопросов зависимости семантической интероперабельности агентов-людей от их поведения и состояния психики. Данное исследование продолжает и развивает ранее опубликованные работы автора [3, 6, 7, 17, 18, 24, 35-38].



Рис. 1. Место и роль рассматриваемых вопросов семантической интероперабельности в общей структуре интероперабельности в соответствии с ГОСТ Р 55062-2012

Актуальность статьи обуславливается следующим. Ранее, в работах [36, 37], рассматривая мультиагентную модель СЦИУС с точки зрения семантической интероперабельности взаимодействия агентов, основной упор делался на взаимодействие именно технических агентов (ТА), в то время как человеческие агенты (ЧА) упоминались, но глубоко их особенности не рассматривались. Вместе с тем, в современных СЦИУС, ориентированных на управление критическими процессами (технологическими процессами в промышленности, оружием в системах управления вооружением, транспортом в системах управления железнодорожным/воздушным движением и т.д.), окончательное решение принимает именно человек, в терминах мультиагентной модели – ЧА. Именно ЧА, являясь оператором технической части СЦИУС или/и

лицом, принимающим решение (ЛПР) берет на себя ответственность за наиболее важные и ответственные решения. При этом на качество принятия решений ЧА в СЦИУС существенно влияют два фактора:

1) семантическая совместимость между ЧА при принятии коллективных решений в СЦИУС, ее зависимость от поведения и состояния человека, а также его психики.

2) семантическая совместимость человеко-машинных интерфейсов (ЧМИ) как связующего звена между технической частью СЦИУС и ее организационной частью, образованной операторами технических средств и ЛПР органов управления.

Именно первый из этих двух факторов, а также его роль и место при обеспечении семантической интероперабельности в СЦИУС будут подробно рассмотрены далее.

## **1. Используемые термины и определения**

Вопросы относящихся к семантической интероперабельности тесно связаны с некоторыми понятиями, которые следует четко определить до рассмотрения последующего материала статьи.

*Агент* – типовой участник процесса взаимодействия, являющийся частью информационной системы. В данной статье под агентом понимается элемент, объект или составная часть сетецентрической системы, относящийся к одному из двух типов: человек-агент или технический агент.

*Взаимодействие* – процессы воздействия различных объектов друг на друг посредством обмена информацией.

*Данные* – поддающееся многократной интерпретации представление информации в формализованной знаково-символьной форме, пригодной для сбора, хранения, передачи, обработки или представления в информационных системах [39].

*Знания* – совокупность информации о некоторой предметной области, хранящихся в формально-упорядоченном виде и пригодной для решения какой-

либо задачи или достижения определенной цели; проверенный практикой и удостоверенный логикой результат познания действительности, отраженный в виде представлений, понятий, суждений и теорий [39]. В обобщенном виде можно записать: «знания» = «информация» + «цель» [40].

*Интероперабельность* – способность двух или более информационных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена [1, 2].

*Интерпретация* – раскрытие смысла информации, текста или знаковой структуры, способствующее их пониманию [39].

*Информация* – сведения, независимо от формы их представления, относительно фактов, событий, вещей, идей и понятий, которые в определенном контексте имеют конкретный смысл (семантическое значение) и интерпретацию [39]. В обобщенном виде можно записать: «информация» = «данные» + «смысл» [40].

*Контекст* – обстоятельства, от которых зависит восприятие информации; совокупность фактов и обстоятельств, в окружении которых происходит какое-либо событие, существует какое-либо явление, какой-либо объект [39].

*Корпоративная культура* – это определенная, сложившаяся совокупность принципов, приемов, способов и моделей поведения и взаимодействия членов организации, относящаяся к: нормативно-правовой базе, регламентирующей формальные аспекты деятельности организации; формальными правилами и неформальными обычаями ведения дел и организации взаимодействий; принятой системой подчиненности и лидерства; стилям разрешения противоречий и конфликтов; принятым нормам при гендерных, межнациональных и межрелигиозных взаимоотношениях; этическим и нравственным правилам, а также нормам поведения, принятым в организации.

*Модель знаний* – структура логически и семантически взаимосвязанных знаний о некоторой предметной области, включающая в себя: 1) факты, относящиеся к предметной области; 2) закономерности, характерные для предметной области; 3) гипотезы о возможных связях между явлениями,

процессами и фактами; 4) процедуры для решения типовых задач в данной предметной области [39].

*Предметная область* – множество всех предметов как какой-либо части реального физического мира, так и социального, организационного мира человека, свойства которых и отношения между которыми изучаются, рассматриваются и интерпретируются [39].

*Семантика* – смысл языкового высказывания или формально-символического выражения.

*Семантическая интероперабельность* – способность взаимодействующих систем одинаковым образом интерпретировать смысл информации, которой они обмениваются [2].

*Семантическая совместимость* – способность двух или более объектов адекватно воспринимать и единообразно интерпретировать смысл одинаково представленных данных. В отличие от семантической интероперабельности, понятие семантической совместимости относится, прежде всего, в данным, т.е. к знаково-символьной форме представления информации и применимо, в основном, к взаимодействию ТА. В то время как семантическая интероперабельность охватывает более широкий сектор отправителей и получателей информации (ими могут выступать как ЧА, так и ТА), охватывает все факторы влияющие на интерпретацию поступающей информации (в том числе с учетом психического состояния взаимодействующих ЧА), относится ко всем формам представления информации (включая невербальную форму передачи информации между ЧА, а также наличие скрытого смысла). Таким образом понятие «семантическая совместимость» относится к понятию «семантическая интероперабельность» как частное к общему.

*Смысл* – сущность, внутренне содержание, значение чего-либо в широком контексте реальности с учетом: знаний о нем; возможностей и контекста использования или употребления; роли и места среди других объектов; интерпретации, обусловленной особенностями восприятия конкретной личности или общества.

*Совместимость* – способность двух или более объектов взаимодействовать друг с другом.

*Сообщение* – конечный набор данных, содержащий информацию о каком-либо отдельном факте, явлении или событии, который является базовой семантически-неделимой частью процесса передачи информации.

*Технический агент* (ТА) – агент, представляющей собой технический элемент информационной системы. В рамках данной концепции технические агенты подразделяются на когнитивные агенты и реактивные агенты [35].

*Человек-агент* (ЧА) – агент, представляющей собой человека-оператора, лицо принимающее решение или пользователя информационной системы [35].

## **2. Зависимость семантической интероперабельности от поведения и состояния человека, а также его психики.**

В соответствии с SCOPE-моделью [35] основными факторами, определяющими качество семантической интероперабельности взаимодействия ЧА–ЧА, является следующее:

- 1) фактор индивидуальных психических особенностей ЧА;
- 2) фактор роли и выполняемых обязанностей ЧА, типа организационной структуры управления и корпоративной культуры;
- 3) фактор ориентированности ЧА на следование целям, инструкциям и поведенческим шаблонам той организационной системы, частью которой он является;
- 4) фактор лингвистической совместимости взаимодействующих ЧА;
- 5) фактор совместимости знаний и понятий предметной области взаимодействующих ЧА;
- 6) контекст взаимодействия ЧА.

При этом каждый из этих факторов, описывается собственным набором параметров, которые более подробно будут изложены ниже. Однако, здесь необходимо отметить, что подавляющее большинство рассматриваемых параметров относится к трудно формализуемым параметрам из области



психологии и социологии, в связи с чем они изложены довольно поверхностно, а их влияние на интероперабельность требует дальнейших более глубоких исследований (это обстоятельство также отмечается и в SCOPE-модели [35]).

Свертка набора параметров по каждому фактору в отношении каждой пары ЧА приводит к тому, что каждый из вышеуказанных факторов может быть оценен качественно, одним из следующих значений:

- положительно влияет на семантическую интероперабельность взаимодействия ЧА–ЧА (способствует ее повышению);
- нейтрально влияет на семантическую интероперабельность взаимодействия ЧА–ЧА (не оказывает заметного влияния);
- негативно влияет на семантическую интероперабельность взаимодействия ЧА–ЧА (способствует ее снижению).

## **2.1. Фактор индивидуальных психических особенностей**

Данный фактор во взаимодействии ЧА–ЧА является одним из наиболее важных. Это обусловлено тем, что в отличие от ТА, между ЧА могут возникать конфликты, обусловленные различием в темпераменте, эмоциональном состоянии, настроении и проч., которые довольно негативно влияют на семантическую интероперабельность взаимодействия ЧА–ЧА, а также на достижение цели функционирования СЦИУС.

Под индивидуальными психическими особенностями понимаются своеобразные свойства психической активности личности (ЧА), которые выражаются в его темпераменте, характере, способностях, чувствах и эмоциях, а также в проявлении воли. Индивидуальные психические особенности формируются в результате обобщения его индивидуальных биологических и социально приобретенных свойств, вовлеченных в поведение человека, а также в его деятельность и общение [41].

Можно выделить следующие индивидуальные психические особенности, влияющие на семантическую интероперабельность [41, 42]:

- темперамент;
- характер;
- способности;
- чувства и эмоции;

- ВОЛЯ.

## **2.2. Фактор роли и выполняемых обязанностей, типа организационной структуры управления и корпоративной культуры**

В организационной структуре СЦИУС каждый ЧА занимает определенную должность, которой соответствует определенная функциональная роль и выполнение служебных обязанностей. На качество выполнения служебных обязанностей влияет тип организационной системы, в которой ЧА функционирует, ее корпоративная культура, а также возможности ЧА по установлению новых взаимодействий внутри и вне организации, для решения целевых задач. Развитые возможности по установлению взаимодействий положительно влияют на интероперабельность вообще и на семантическую интероперабельность, в частности, т.к. ЧА, благодаря множественности взаимодействий с другими ЧА, имеет возможность более оперативно и полно получать информацию, а также верифицировать недостоверную информацию. В то же время искусственное ограничение возможностей ЧА по установлению взаимодействий негативно влияет на семантическую интероперабельность [35].

В зависимости от типа организационной структуры управления и корпоративной культуры, принятой в организации, поведение ЧА в части установления новых взаимодействий может быть различно, в случаях, когда решаемая задача выходит за рамки их роли и служебных обязанностей.

В жестких иерархических структурах управления (примером которых могут служить жестко-иерархические системы государственного или военного управления) такая задача транслируется «вверх» пока не достигает уровня ЛПР на котором задача может быть ретранслирована «вниз» непосредственным исполнителям, отвечающим в данной организации за решение задач такого типа. Такие структуры управления и корпоративные культуры сдерживают инициативу ЧА и препятствуют «горизонтальному» взаимодействию и сотрудничеству ЧА для оперативного решения задач. В таких организациях функциональные роли и служебные обязанности излишне нормированы, каждый

вид деятельности и роль описаны очень подробно, и существуют наказания за несоблюдение правил. Корпоративная культура служебных взаимодействий соответствует строгому соблюдению иерархии отношений «начальник – подчиненный», а отдельные члены организации имеют ограничения на взаимодействие с другими членами и не могут координировать свою деятельность с деятельностью других членов, не входящих в их подразделение [35].

В сетцентрических структурах управления (примером которых могут служить финансовые корпорации или научно-производственные предприятия) всячески поощряется гибкое «горизонтальное» взаимодействие и сотрудничество ЧА как на одном, так и на различных уровнях иерархии управления с целью максимально эффективного и оперативного решения задач. Нерешенные задачи транслируются на верхний уровень управления только если на текущих уровнях для ее решения недостаточно полномочий или ресурсов. Такие структуры и корпоративные культуры гибко приспосабливаются к новым ситуациям и задачам благодаря свободе, предоставленной отдельным их членам и всему сообществу, поощрения инициативы и творческого подхода. Корпоративная культура такой организации предполагают максимальное использование образования, подготовки и опыта своих членов и лидеров, эффективно поощряет развитие их потенциала, стимулирует «горизонтальные» связи между своими членами в виде тематических «клубов по интересам», минимизирует организационные, культурные и религиозные ограничения [35].

*Корпоративная культура* – это определенная, сложившаяся совокупность принципов, приемов, способов и моделей поведения и взаимодействия членов организации, относящаяся к: нормативно-правовой базе, регламентирующей формальные аспекты деятельности организации; формальными правилами и неформальными обычаями ведения дел и организации взаимодействий; принятой системой подчиненности и лидерства; стилям разрешения противоречий и конфликтов; принятым нормам при гендерных, межнациональных и

межрелигиозных взаимоотношениях; этическим и нравственным правилам, а также нормам поведения, принятым в организации.

В таблице 1 приведены варианты корпоративных культур организации и соответствующий им уровень семантической интероперабельности.

Таблица 1. Корпоративные культуры организации и соответствующий им уровень семантической интероперабельности [35]

| Корпоративная культура организации  | Описание   | Степень семантической интероперабельности |
|---|--|---|
| <p>Жесткая иерархическая. Имеются связи только типа «начальник – подчиненный». Взаимодействие с другими членами ограничивается. Обязанности и роли строго регламентируются.</p> | <p>Члены организации не имеют возможности гибко адаптировать свою деятельность или поведение к изменившимся ситуациям, они жестко ограничены в выполнении только определенных действий спускаемых «сверху» начальниками в соответствии со своими обязанностями и ролями. Взаимодействие с другими участниками допускается только по разрешению соответствующих начальников</p> | <p>Минимальный уровень</p>                |
| <p>Гибкая иерархическая. Участники могут сотрудничать с другими участниками в соответствии с политикой «горизонтальных» связей</p>  | <p>Участник сотрудничает с другими участниками в рамках решения четко определенных задач. Имеются документы и инструкции, регламентирующие порядок взаимодействия для каждой ситуации, предписывающие какие возможные варианты</p>   | <p>Низкий уровень</p>                     |

|   |  |                 |
|---|--|-----------------|
|   | сотрудничества могут иметь место. Ситуации, не прописанные политиками, ими не охватываются   |                 |
| Сетецентрическая. Участники могут проявлять инициативу и самоорганизацию при сотрудничестве с другими участниками | Участники могут гибко адаптировать свое поведение и согласовывать различные роли и задачи в качестве дополнения к указаниям начальства, когда возникают новые ситуации и задачи. Инициатива и самоорганизация поощряются | Высокий уровень |

В соответствии с вышеуказанными типами корпоративной культуры можно выделить различные степени реализации семантической интероперабельности в зависимости от ограниченности круга общения ЧА в организации (таблица 2). В данном случае на семантическую интероперабельность влияет количество источников информации, интенсивность взаимодействия с ними, возможность правильной интерпретации и верификации информации за счет получения ее от различных членов как своего, так и других подразделений.

Таблица 2. Возможности члена подразделения по взаимодействию с другими членами организации [35]

| Значение   | Описание   | Степень семантической интероперабельности |
|--|--|---|
| Независимость членов подразделения, общность интересов только по необходимости | Участник по существу независим, практически не координируется с другими, за исключением отдельных рабочих моментов | Минимальный уровень                       |

|  |   |                 |
|--|---|-----------------|
| Индивидуальное сотрудничество, общность интересов только по необходимости  | Участник сотрудничает с другими участниками в подразделении, имеет небольшую роль в более крупном сообществе по интересам | Низкий уровень  |
| Индивидуальное сотрудничество. В сообществе интересов могут быть участники как из этого подразделения, так и из других подразделений | Участник также сотрудничает с другими членами подразделения, имеет небольшие роли в других подразделениях                 | Средний уровень |
| Индивидуальное сотрудничество, сообщество интересов как в этом подразделении, так в других подразделениях                            | Участник сотрудничает с другими подразделениями и несколькими сообществами интересов                                      | Высокий уровень |

Возможности повышения гибкости взаимодействия между подразделениями при реализации сетцентрической корпоративной культуры представлены на рис. 1. Показаны следующие варианты взаимодействия [35]:

- все предметные области взаимодействия являются частью некоторого подразделения;
- сообщества интересов формируются на основе нескольких предметных областей через которые члены подразделения способны сотрудничать для достижения общих целей и решения общих задач;
- предметные области взаимодействия относятся по меньшей мере к одному подразделению и имеют общность интересов по умолчанию, связанную с этим подразделением;
- подразделения могут включать несколько сообществ интересов, участники которого взаимодействуют в различных предметных областях;
- сообщества интересов могут охватывать несколько подразделений;
- сообщества интересов могут охватывать несколько предметных областей взаимодействия.

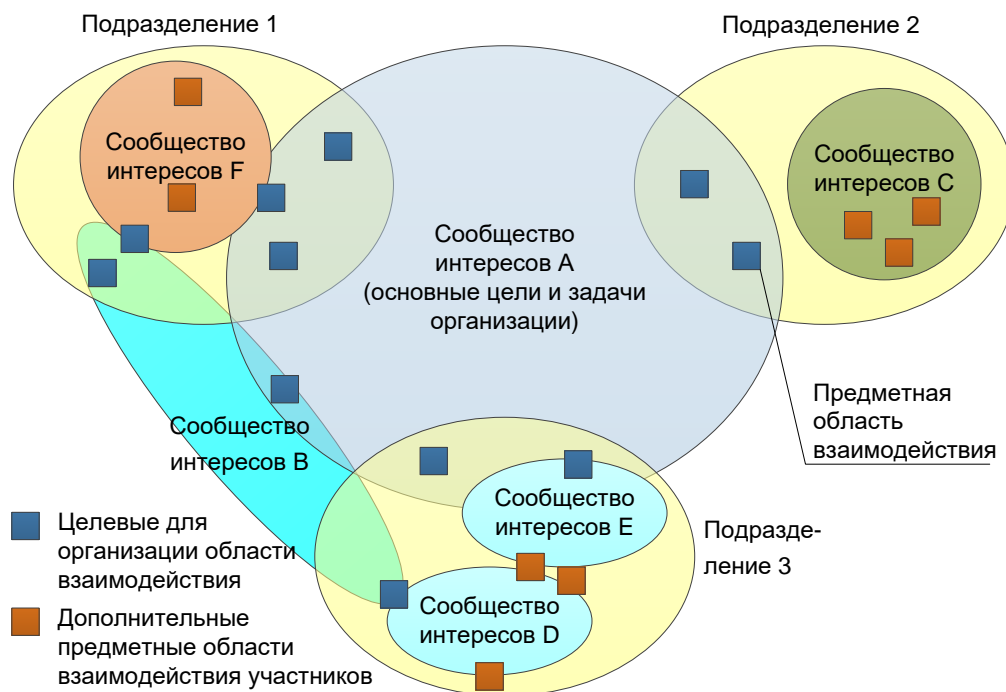


Рис. 1. Подразделения, сообщества интересов и предметные области взаимодействия при реализации сетевцентрической корпоративной культуры [35]

Повышение «горизонтальных» связей между сотрудниками организаций, поощрение их готовности взаимодействовать между собой и обмениваться информацией будет определять степень «сетевцентричности» корпоративной культуры организации. Ограничивающим аспектом этой «сетевцентричности» является применяемая в организации политика информационной безопасности, определяющая риск, который готова принять на организация в отношении несанкционированного разглашения конфиденциальной информации. Это обусловлено тем, что в контурах управления организаций как правило имеется конфиденциальная информация, распространение которой нежелательно (например, информация, представляющая собой ноу-хау производства или коммерческую тайну). В этом случае повышение открытости взаимодействия будет повышать риски нежелательной утечки конфиденциальной информации за пределы подразделений, которые работают с такой информацией.

Еще одним негативным фактором повышенной открытости обмена информацией в организации может быть чрезмерная зависимость бизнес-процессов организации или качества выполнения служебных обязанностей

отдельных ее членов от интенсивности, достоверности, полноты и оперативности поступающей информации. В этом случае снижении доступности информации или введение в контур управления недостоверной (ложной) информации принесет гораздо больший ущерб качеству бизнес-процессов, по сравнению с организацией имеющей жесткую иерархическую корпоративную культуру и не реализующую принципы открытого обмена информацией.

### **2.3. Фактор ориентированности человека на следование целям, инструкциям и поведенческим шаблонам той организационной системы, частью которой он является**

При обеспечении семантической совместимости важно, чтобы ЧА, являющиеся частями (компонентами) организационной структуры СЦИУС, разделяли и следовали целям, инструкциям и поведенческим шаблонам той организационной подсистемы, частью которых ЧА являются.

Вопросы миссии, цели, стратегии развития, корпоративной культуры организаций глубоко изучаются в теории менеджмента и организационного управления. Отметим, что если убеждения, цели и ценности ЧА не соответствует таковым в корпоративной культуре организации, то такие ЧА начинают «саботировать» исполнение своих обязанностей, формировать параллельную семантическую сеть взаимодействий, направленную на достижение своих целей, а не целей организации. Такое может происходить, когда декларируемые цели, стратегия развития и корпоративная культура организации является фактически «прикрытием» для других «реальных» целей и это хорошо воспринимается ЧА в ее составе.

По мнению автора, примером этого может служить поздний СССР, когда в качестве целей декларировалось построение общества всеобщего равенства и благополучия, а в реальности отдельные ЧА, в составе соответствующей организационной системы, были заняты исключительно личным обогащением.

Семантика взаимодействия в виде <цель, предметная область, контекст> предполагает, что цели ЧА совпадают и соответствуют целям и миссии



организации. Если этого не происходит, то из семантического взаимодействия выпадает одна из ее основных частей. Взаимодействие ЧА становятся «бесцельной» имитацией такого взаимодействия – взаимодействием для «галочки» или для отчетности (что достаточно часто можно наблюдать в переписке бюрократических организаций). Другим вариантом модификации взаимодействия <цель, предметная область, контекст>, в случае если цели ЧА не совпадают с целями и миссией организации, является подмена заинтересованными ЧА декларируемой цели взаимодействия на свою реальную цель. В результате, под прикрытием декларируемых целей, формируется семантическая сеть взаимодействия ЧА с альтернативными целями, в достижении которых в действительности заинтересованы ЧА, и которые в большинстве случаев деструктивно влияют на функционирование организационной системы.

#### **2.4. Фактор лингвистической совместимости взаимодействующих ЧА**

При взаимодействии ЧА–ЧА особенным фактором, накладывающим ограничения на достижение семантической интероперабельности, является лингвистическая совместимость [35].

Отдельные аспекты лингвистической совместимости взаимодействия людей были рассмотрены в разделе 2.4.1 работы [37]. Здесь же отметим те аспекты, которые не были рассмотрены в работе [37].

*Язык* – это система знаков, звуков и символов, посредством которой осуществляется человеческое общение на различных уровнях коммуникации и трансляции, включая операции мышления, приобретение, хранение, преобразование и передачу сообщений, сигналов, информации, знаний и связанные процессы.

Перевод с одного языка на другой представляет собой однонаправленный и двухфазный процесс межъязыкового и межкультурного взаимодействия при котором на основе подвергнутого целенаправленному («переводческому») анализу первичного сообщения создается вторичное сообщение (метатекст),

заменяющее первичное в другой языковой и культурной среде. Процесс перевода всегда сопровождается частичной модификацией смысла сообщения, т.к. он сглаживает лингвистические различия между двумя языками, двумя культурами и двумя коммуникативными ситуациями [43].

Коммуникация людей в масштабных организационных системах, владеющих различными языками, представляет собой известную трудность и может вестись с помощью одного из следующих способов.

1) Перевод всего множества документов и сообщений, которыми обмениваются люди на все языки, используемые в организационной системе. Так в странах Евросоюза (ЕС) официально провозглашен принцип мультилингвизма, который формально признает равенство языков всех народов, чьи государства являются полноправными членами ЕС (в настоящий момент в нем насчитывается 23 официальных языка). Такой подход, с одной стороны, позволяет минимизировать неточности и неясности межязыковой коммуникации, обеспечить высокий уровень полноты и семантической интероперабельности межязыковой коммуникации, однако требует значительных ресурсов и приводит к низкой оперативности обмена информацией [44].

2) Выбор в качестве основного языка наиболее распространенного или простого языка, на котором в дальнейшем осуществляется все взаимодействие. При этом люди, для которых данный язык не является родным вынуждены учить и использовать его в качестве средства межязыкового взаимодействия. Такой подход принят в вооруженных силах стран НАТО, в котором в качестве основного языка взаимодействия выбран английский язык. Отметим, что в настоящее время английский язык является не только основным языком в НАТО, но и де факто является языком международного общения [44].

Вместе с тем второй подход к обеспечению лингвистической совместимости во взаимодействии людей имеет свои проблемные аспекты, которые можно продемонстрировать на примере проблем, возникающих при проведении совместных операций мультиязычными подразделениями НАТО.

Изначально при формировании НАТО из 12 первоначальных членов 3 наиболее мощных государства (Великобритания, США и Канада) были англоязычными. В связи с этим английскому языку (наряду с французским) был предоставлен приоритетный статус в НАТО. Однако после вступления в НАТО стран центральной и восточной Европы существенно повысило языковую неоднородность НАТО. В связи с этим в НАТО были принят стандарт STANAG 6001 для оценки уровня владения языком, а в странах НАТО были развернуто большое число курсов обучения «военному английскому языку» (так называемому Military English). Этот язык, во-первых, более упрощен в грамматическом плане относительно исходного английского языка, во-вторых, содержит дополнительные понятия из предметных областей, необходимых при введении военных операций. Однако именно при проведении военных операций выявляются и основные проблемы использования Military English в НАТО. Прежде всего, это касается произношения английских слов и фраз военнослужащими НАТО, для которых английский язык не является родным. Поэтому весьма часто их речь находится под значительным фонетическим влиянием их родных языков, что, прежде всего, характеризуется сильным акцентом. Они говорят на собственной версии английского языка, формирующейся под влиянием их родной речи. Поэтому англоговорящие коллеги часто не понимают их. Зачастую военнослужащие НАТО из центральной и восточной Европы редко признают, что общим рабочим языком в военных операциях НАТО является международный английский язык, в отличие от их собственной версии этого языка. Это может быть объяснено тем, что национальная лингвистическая среда деятельности военнослужащих из стран центральной и восточной Европы существенно отличается от англоязычной среды [44].

Для количественной оценки лингвистической совместимости может быть использована шкала знания языка межязыкового общения, предусмотренного стандартом STANAG 6001. Данный стандарт представляет собой документ, детально описывающий уровни владения четырьмя основными языковыми

аспектами: аудированием/восприятием на слух (listening), чтением (reading), письмом (writing) и разговорной речью (speaking). В соответствии со шкалой STANAG 6001 выделяются следующие уровни владения языком (по возрастанию лингвистической совместимости носителя) [45]:

- уровень 0 – знаний нет (no proficiency);
- уровень 1 – минимальный для выживания (survival);
- уровень 2 – рабочий (functional);
- уровень 3 – профессиональный (professional);
- уровень 4 – квалифицированный (expert);
- уровень 5 – носитель языка (highly-articulate native).

## **2.5. Фактор совместимости знаний и понятий предметной области взаимодействующих людей.**

При взаимодействии ЧА–ЧА важным фактором, накладывающим ограничения на достижение семантической интероперабельности является совместимость знаний и понятий взаимодействующих людей.

Знания ТА представляются в виде модели знаний (модели знаний ТА более подробно рассмотрены в разделе 2.1.1 работы [37] ) и формируются человеком или в процессе их самообучения на выбранных человеком шаблонах или примерах.

Знание человека (ЧА) и сам процесс познания является сложным процессом и предметом исследований таких дисциплин как педагогика, философия, гносеология. Выделяют различные виды знания человека: научное, вненаучное, обыденно-практическое, личное, интуитивное, чувственное, религиозное и др. Знания человека формируются в процессе познания: целенаправленного обучения, жизни в определенной социальной среде, прохождения ряда ситуаций и приобретения индивидуального жизненного опыта.

В результате ЧА в процессе взаимодействия друг с другом интерпретируют смысл поступающих сообщений с учетом индивидуального уровня образования, опыта, интуиции и интеллектуальных способностей. Этим ЧА качественно отличаются от ТА, для которых характерно то, что одинаковые

ТА с одинаковой моделью знаний одинаково интерпретируют смысл сообщений. Среди ЧА практически невозможно найти «двойников» с полностью совпадающими знаниями, опытом, интуицией и интеллектуальными способностями. Это накладывает определенную «нечеткость» на интерпретацию смысла сообщений при взаимодействии ЧА–ЧА.

Можно утверждать, что при оценки семантической интероперабельности взаимодействия ЧА–ЧА имеет место асимметрия. Так, передача информации от ЧА с меньшим уровнем знаний к ЧА с большим уровнем, обладает более высоким уровнем семантической интероперабельности, за счет больших возможностей по анализу и интерпретации поступающей информации. В то время как передача информации от ЧА с большим уровнем знаний к ЧА с меньшим – меньшем уровнем семантической интероперабельности, так как возможны ситуации, когда ЧА – получатель информации, в силу низкого уровня знаний (образования, опыта) не сможет правильным образом понять смысл адресованной ему информации.

Знания человека можно представить, как совокупность предметных областей, в каждой из которых используется своя система терминов. Особенности использования терминов, понятий и знаний в специализированных предметных областях были ранее рассмотрены в разделе 2.4.2 работы [37]. Здесь же отметим следующее.

В отличие от ТА, которые по умолчанию ориентированы на взаимодействие в какой-либо одной или группе смежных предметных областей, люди, как правило, обладают широкой вариативностью в освоении предметных областей. Как правило в процессе взросления и приобретения повседневного жизненного опыта у ЧА формируется универсальная предметная область, взаимодействие в которой упрощено можно характеризовать как «поговорить за жизнь». В процессе получения образования по одной или нескольким специальностям, приобретения опыта работы в той или иной сфере формируются специализированные предметные области, каждая из которых обладает своей узкоспециализированной терминологией. Семантически

значимое взаимодействие между ЧА в какой-либо из специализированных предметных областей возможно только если оба взаимодействующих ЧА обладают знаниями в этой области. При этом нужно отметить, что глубина занятий в одной и той же предметной области у различных ЧА может быть различна, что приводит к вышеуказанной асимметрии в интерпретации смысла передаваемых сообщений.

## 2.6. Контекст взаимодействия ЧА

В целом, основные параметры контекста взаимодействия агентов на семантическом уровне были рассмотрены в разделе 3 работы [37]. Как показано в этой работе к основным параметрам контекста относятся [37]:

- временной контекст;
- геопространственный контекст;
- ситуативный контекст;
- предметный контекст;
- дополнительная информация;
- мультиагентный контекст.

Однако, рассматривая особенности именно взаимодействия ЧА–ЧА нужно дополнительно рассматривать и другие контекстные параметры, которые могут существенно повлиять на семантическую интероперабельность и правильность интерпретации смысла передаваемых сообщений:

- психологическое состояние взаимодействующих ЧА;
- психологическое различие взаимодействующих ЧА;
- национальное различие взаимодействующих ЧА;
- культурное различие взаимодействующих ЧА;
- религиозное различие взаимодействующих ЧА;
- различие взаимодействующих ЧА, обусловленных историческими событиями;
- различие социальных и организационных ролей, взаимодействующих ЧА;
- различие взаимодействующих ЧА в логике принятия решений;
- различие взаимодействующих ЧА в уровне образования, знаний, опыта, интеллекта;
- эмоциональная окраска передаваемых сообщений;
- подтекст или скрытый смысл передаваемых сообщений;
  - универсальность или специализированность терминов и понятий, используемых при формировании сообщений.

## **Заключение.**

Обобщая вышеизложенное, можно сделать следующие выводы.

1. Одним из основных уровней, составляющих интероперабельность в соответствии с ГОСТ Р 55062-2012, служит уровень семантической интероперабельности, который на сегодня наименее проработан, ввиду его сложности и мультидисциплинарности.
2. Процесс взаимодействия на семантическом уровне можно представить на основе мультиагентного подхода, при котором система представляется в виде множества агентов различных типов: операторов (ЧА – человеческих агентов) и технических агентов.
3. В отличие от ТА, на семантическую интероперабельность ЧА влияет большое количество трудно формализуемых факторов, которые, однако, необходимо также учитывать.
4. Рассмотрены следующие основные факторы, специфичные для ЧА, и существенно влияющие на семантическую интероперабельность;
5. Предлагаемый подход к описанию взаимодействия ЧА на семантическом уровне целесообразно в дальнейшем использовать при разработке модели интероперабельности СЦИУС, развивающей и дополняющей материалы проекта ГОСТ Р «Информационные технологии. Сетецентрические информационно-управляющие системы. Интероперабельность».

## **Финансирование.**

Данное исследование проводится в рамках проекта РФФИ № 19-07-00774.

## **Литература**

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. Москва, Стандартинформ, 2014. 12 с.
3. Козлов С. В., Макаренко С. И., Олейников А. Я., Растягаев Д. В., Черницкая Т. Е. Проблема интероперабельности в сетецентрических системах управления. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2019. № 12. С. 16. <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2019.12.4>

4. Франгулова Е. В. Классификация подходов к интеграции и интероперабельности информационных систем. Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. 2010. № 2. С. 176-180.
5. Трубникова Е. И. Стратегии интероперабельности продукции в условиях интеграции производителей. Вестник Самарского государственного экономического университета. 2010. № 12 (74). С. 84-89.
6. Черницкая Т. Е., Макаренко С. И., Растягаев Д. В. Аспекты информационной безопасности в рамках оценки интероперабельности сетевых информационных-управляющих систем. Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2020. № 4. С. 113-121. <https://doi.org/10.25586/RNU.V9187.20.04.P.113>
7. Макаренко С. И., Олейников А. Я, Черницкая Т. Е. Модели интероперабельности информационных систем. Системы управления, связи и безопасности. 2019. № 4. С. 215-245. <https://doi.org/10.24411/2410-9916-2019-10408>
8. Маслобоев А. В. Средства поддержки интероперабельности сетевых систем управления региональной безопасностью. Надежность и качество сложных систем. 2020. № 1 (29). С. 91-105. <https://doi.org/10.21685/2307-4205-2020-1-11>
9. Маслобоев А. В. Проблемы и технологии обеспечения интероперабельности информационных систем региональных ситуационных центров. Информационно-технологический вестник. 2020. № 2 (24). С. 107-119.
10. Аристов А. В. Обеспечение интероперабельности систем формирования стандартизированных профилей. Вестник Воронежского государственного технического университета. 2015. Т. 11. № 4. С. 40-43.
11. Аникин Д. В. Критерии оценки применения интероперабельности, заданные условиями принятия решения. Вестник МГСУ. 2013. № 10. С. 249-257.



12. Мальшаков Г. В. Комплекс программ достижения интероперабельности прикладного программного обеспечения. XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. 2019. Т. 8. № 4 (48). С. 83-88.
13. Гришенцев А. Ю., Коробейников А. Г., Дукельский К. В. Метод численной оценки технической интероперабельности Кибернетика и программирование. 2017. № 3. С. 23-38. <https://doi.org/10.25136/2306-4196.2017.3.23540>
14. Гришенцев А. Ю., Коробейников А. Г. Средства интероперабельности в распределенных геоинформационных системах. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2015. № 3. <http://jre.cplire.ru/win/mar15/7/text.pdf>
15. Головин С. А., Андрианова Е. Г., Гудкова О. К., Лаптев А. Н. Методика формирования профилей стандартов информационных технологий в интересах обеспечения интероперабельности сложных распределенных систем. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2014. № 12. С. 25. <http://jre.cplire.ru/jre/dec14/16/text.html>
16. Гуляев Ю. В., Журавлев Е. Е., Олейников А. Я. Методология стандартизации для обеспечения интероперабельности информационных систем широкого класса. Аналитический обзор. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2012. № 3. С. 12. <http://jre.cplire.ru/jre/mar12/2/text.pdf>
17. 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. [электронный журнал]. 2020. № 6. С. 15. <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2020.6.13>
18. Черницкая Т. Е., Макаренко С. И., Растягаев Д. В. Аспекты автоматизации функций управления, принятия решений и сетевого взаимодействия в рамках оценки интероперабельности сетевых информационных управляющих систем. Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2020. № 3. С. 138-145. <https://doi.org/10.25586/RNU.V9187.20.03.P.138>

19. Олейников А. Я., Растягаев Д. В., Фомин И. А. Основные положения концепции обеспечения интероперабельности сетевых информационных-управляющих систем. Вестник Российского нового университета. Серия: Сложные системы: модели, анализ и управление. 2020. № 3. С. 122-131. <https://doi.org/10.25586/RNU.V9187.20.03.P.122>
20. Олейников А. Я. Актуальное состояние проблемы интероперабельности. ИТ-Стандарт. 2020. № 2 (23). С. 37-42.
21. Козлов С. В. Научно-методические проблемы обеспечения интероперабельности сетевых систем на основе комплексного применения методов процессного и проектного управления. ИТ-Стандарт. 2020. № 1 (22). С. 17-24.
22. Козлов С. В., Кубанков А. Н. Процессные основы интеграции и комплексного развития информационных, управляющих, роботизированных, телекоммуникационных систем. Научные технологии в космических исследованиях Земли. 2020. Т. 12. № 1. С. 23-31. <https://doi.org/10.36724/2409-5419-2020-12-1-23-31>
23. Башлыкова А. А., Зацаринный А. А., Каменщиков А. А., Козлов С. В., Олейников А. Я., Чусов И. И. Интероперабельность как научно-методическая и нормативная основа беспроводной интеграции информационно-телекоммуникационных систем. Системы и средства информатики. 2018. Т. 28. № 4. С. 61-72. <https://doi.org/10.14357/08696527180407>
24. Макаренко С. И., Черницкая Т. Е. Аспекты совместимости сетевых протоколов, интерфейсов и требований по качеству обслуживания в рамках оценки интероперабельности сетевых информационных-управляющих систем. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2020. № 10. <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2020.10.4>
25. Куприянов А. А. Аспекты интероперабельности автоматизированных систем. Автоматизация процессов управления. 2009. № 4. С. 40-49.

26. Куприянов А. А. Сетецентрические военные действия и вопросы интероперабельности автоматизированных систем. Автоматизация процессов управления. 2011. № 3. С. 82-97.
27. Осипенков М. Н., Узякаев И. Н. Основные проблемы достижения интероперабельности информационных систем органов государственного и военного управления при решении задач обороны. Военная мысль. 2020. № 5. С. 143-149.
28. Каменщиков А. А., Олейников А. Я., Чусов И. И., Широбокова Т. Д. Проблема интероперабельности в информационных системах военного назначения. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2016. № 11. С. 16. <http://jre.cplire.ru/jre/nov16/8/text.pdf>
29. Башлыкова А. А., Олейников А. Я. Интероперабельность и информационное противоборство в военной сфере. Журнал радиоэлектроники. [электронный журнал]. 2016. № 12. С. 14. <http://jre.cplire.ru/jre/dec16/14/text.pdf>.
30. Башлыкова А. А., Каменщиков А. А., Олейников А. Я. Обеспечение интероперабельности как средства бесшовной интеграции функциональных подсистем в составе перспективных автоматизированных систем военного назначения. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2018. № 9. С. 18. <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2018.9.11>.
31. Тарасов Б. В., Ионов С. В., Глумова А. А. Семантическая интероперабельность разнородной информации. Информатизация и связь. 2020. № 6. С. 79-82.
32. Акаткин Ю. М., Ясиновская Е. Д. Цифровая трансформация государственного управления: Датацентричность и семантическая интероперабельность / Под ред. В.А. Конявского. - Москва, ЛЕНАНД, 2019. 724 с.
33. Павлыгин Э. Д., Корсунский А. С., Куприянов А. А., Мельниченко А. С. FСMI-подход к оценке интероперабельности интегрированной системы боевого управления корабля. Автоматизация процессов управления. 2015. № 4 (42). С. 4-14.

34. Кашевник А. М. Подход к обеспечению семантической интероперабельности мобильных роботов при формировании коалиций. Информационные технологии и вычислительные системы. 2017. № 1. С. 90-100.
35. Systems, Capabilities, Operations, Programs, and Enterprises (SCOPE) Model for Interoperability Assessment. Version 1.0. NCOIC, 2008. 154 p.
36. Макаренко С. И., Соловьева О. С. Основные положения концепции семантической интероперабельности сетевых систем. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2021. № 4. <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2021.4.10>
37. Макаренко С. И., Соловьева О. С. Семантическая интероперабельность взаимодействия элементов в сетевых системах. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2021. № 6. <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2021.6.3>
38. Макаренко С. И. О некоторых параметрах поиска и обработки информации при обеспечении технической интероперабельности сетевых систем. Журнал радиоэлектроники [электронный журнал]. 2021. № 3. DOI: <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2021.3.5>
39. Макаренко С. И. Справочник научных терминов и обозначений. Санкт-Петербург, Научное издательство «Лань», 2019. 254 с.
40. Макаренко С. И. Интеллектуальные информационные системы: учебное пособие. Ставрополь, СФ МГГУ им. М. А. Шолохова, 2009. 206 с.
41. Орлова Л. А. Конспект лекций по психологии общения. ИнфоУрок [Электронный ресурс]. 2021. <https://infourok.ru/konspekt-lekcij-po-psihologii-obsheniya-individualno-psihologicheskie-osobennosti-lichnosti-emocionalno-volevaya-sfera-lichnosti-4370048.html>
42. Карпова В. А. Влияние типов темперамента на конфликты в семье // Студенческий научный форум. 2013. <https://files.scienceforum.ru/pdf/2013/7806.pdf>
43. Магомедова Х. М., Раджабова Г. С. Перевод как вид межкультурной коммуникации. Концепт. 2015. № 15. С. 1-5.

44. Козак Т. Н. Роль НАТО в процессе распространения английского языка как средства международного общения. *Austrian Journal of Humanities and Social Sciences*. 2015. № 7-8. С. 67-72.
45. STANAG 6001 – Language proficiency levels. Brussels, NATO Standardization Agency, 2010. <http://www.stanag6001.com/languages>

**Для цитирования:**

Макаренко С.И. Семантическая совместимость человеческих агентов при обеспечении интероперабельности в сетевых системах. *Журнал радиоэлектроники* [электронный журнал]. 2022. №1. <https://doi.org/10.30898/1684-1719.2022.1.1>