

## **ЭВОЛЮЦИЯ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ИНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТИ ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ**

**Козлов С.В.**

*Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» Российской академии наук», 119333, Россия, Москва, ул. Вавилова 44, корп.2, e-mail: sv\_kozlov@mail.ru*

---

**Проблема интероперабельности автоматизированных систем часто ассоциируется с совместимостью их элементов. Для категории интероперабельности в статье приводится ретроспектива (совместимость) и перспектива (интеграция), расширенное на процессной основе представление ее предметной области, эволюция предметной области интероперабельности, включающей полную группу целевых процессов, характеризующих взаимодействие органов, пунктов и средств управления как структурных элементов системы управления, а также процессов системной инженерии, обеспечивающих реализацию и поддержание целевых процессов по стадиям жизненного цикла интегрированных систем управления.**

---

Ключевые слова: интегрированная система управления, интероперабельность, процессная основа интероперабельности, полная группа целевых процессов, взаимодействие процессов, процессы системной инженерии.

## **EVOLUTION OF THE SUBJECT AREA OF INTEROPERABILITY OF HIGH-TECH INTEGRATED CONTROL SYSTEMS**

**Kozlov S.V.**

*Federal State Institution Federal Research Centre Informatics and Management of the Russian Academy of Sciences. (FIC RAS), 119333, Russia, Moscow, 44 Vavilova str., bldg. 2, e-mail: sv\_kozlov@mail.ru*

---

**The problem of interoperability of automated systems is often associated with the compatibility of their elements. For the category of interoperability, the article provides a retrospective (compatibility) and a perspective (integration), an expanded representation of its subject area on a process basis, the evolution of the subject area of interoperability, which includes a full group of target processes that characterize the interaction of bodies, points and controls as structural elements of the control system, as well as systems engineering processes that ensure the implementation and maintenance of target processes at the stages of the life cycle of integrated control systems.**

---

Keywords: integrated management system, interoperability, process basis of interoperability, complete group of target processes, interaction of processes, system engineering processes.

### **1. Введение**

В теории интероперабельности автоматизированных систем управления (АСУ) и создания на их основе интегрированных систем управления (ИСУ), относящихся к классу сложных организационно-технических систем, важная роль отводится анализу

условий ее обеспечения на организационном, семантическом и техническом уровнях. При этом основные системотехнические и технологические решения по их созданию и развитию определяются руководящими и нормативно-методическими документами, которые регламентируют, в первую очередь, деятельность заказчиков и разработчиков на стадиях их проектирования, разработки и создания. Указанные субъекты государственного заказа руководствуются при этом системным подходом. Вместе с тем, объективно заметить, что возможности такого подхода по мере роста сложности систем и изменения условий их применения сталкиваются с ограничениями, обусловленными неполной определенностью предметной области интероперабельности перспективных ИСУ, противоречивостью и целостностью задач по их реализации, изменением условий применения ИСУ и потребностей их пользователей [1].

Оценивая в целом современные подходы к обеспечению интероперабельности, целесообразно отметить, что с точки зрения менеджмента они в своей основе используют функциональные методы, которые в условиях проводимой автоматизации управленческих задач и функций по их реализации вполне соответствуют особенностям обеспечения интероперабельности функциональных подсистем в составе ИСУ. Вместе с тем функциональная интеграция в развитии автоматизированных систем по мере расширения их масштабов и сложности исчерпывает резервы повышения эффективности объединения разнородных функциональных подсистем. С другой стороны, на фоне смены парадигмы развития организационных систем и переходом от теоцентрической к холистической парадигме [2] одновременно с «размыванием» границ организационных систем и расширением виртуализации процессов взаимодействия органов управления и исполнительных систем в их рамках наблюдается рост неопределенности в части установления ответственности и полномочий должностных лиц и персонала органов управления за реализацию качественного выполнения управленческих задач. В этой связи представляется обоснованным переход от функциональной интеграции с автоматизацией управленческих задач и функций органов управления по их выполнению в рамках жестко централизованной структуры системы управления к автоматизации процессов управления [3] и рациональному распределению ответственности и полномочий должностных лиц и специалистов органов управления за их реализацию. Поэтому представляется своевременным рассмотреть процессную основу обеспечения интероперабельности перспективных ИСУ. Целью статьи является развитие предметной области интероперабельности перспективных высокотехнологичных ИСУ на основе представления системы взаимосвязанных процессов в их жизненном цикле. Исследование процессной основы обеспечения интероперабельности ИСУ открывает возможности комплексного анализа интероперабельности на уровне целевых процессов, отражающих взаимодействие органов, пунктов и средств управления, с учетом процессов системной инженерии по стадиям жизненного цикла, обеспечивающим реализацию целевых процессов.

## **2. Общие положения**

В стандартах сертификации системы качества ИСО 9000 одним из важнейших составляющих достижения качества сложных организационно-технических систем является принцип процессного подхода к выполнению любых работ. Как отмечено в межгосударственном стандарте ГОСТ ISO 9000-2011 «Системы менеджмента качества. Основные положения и словарь», желаемый результат достигается эффективнее, когда

деятельностью и соответствующими ресурсами управляют как процессом. Так, например, в стандарте ГОСТ Р ИСО 9001-2008 «Системы менеджмента качества. Требования» указано, что он отстаивает применение принципа процессного подхода при разработке, внедрении и улучшении результативности системы менеджмента качества с целью повышения удовлетворенности потребителей посредством выполнения их требований. Для успешного функционирования организация должна определить и осуществлять менеджмент многочисленных взаимосвязанных видов деятельности. Деятельность по выполнению функций, использующая ресурсы и управляемая в целях преобразования входов в выходы, является процессом, требующим определенных затрат ресурсов и времени. Именно процессный подход к менеджменту позволил увидеть взаимосвязь и взаимозависимость функций управления. Обычно выход одного процесса образует непосредственно вход следующего.

Применение в организации системы процессов наряду с их идентификацией, а также менеджмент процессов, направленный на получение желаемого результата, могут быть определены как процессный подход. Преимущество процессного подхода состоит в непрерывности управления, которое он обеспечивает на стыке отдельных процессов в рамках их системы, а также при их комбинации и взаимодействии. Базовым понятием такого подхода является процесс, который в зависимости от его масштабов и места в циклограмме управления может быть элементарным, комплексным и сквозным. Элементарный процесс с его основными атрибутами поясняется на рис. 1. Комбинирование взаимодействующих элементарных процессов, обеспечивающих их укрупнение, представляет комплексный процесс, реализуемый на основе координации управления элементарными процессами и образования общего контура управления ими, а также взаимоувязанного обеспечения процессов необходимыми ресурсами (см. рис. 2). Комбинированные процессы, реализующие цикл управления или его составляющие на всем его протяжении, можно называть сквозными процессами.

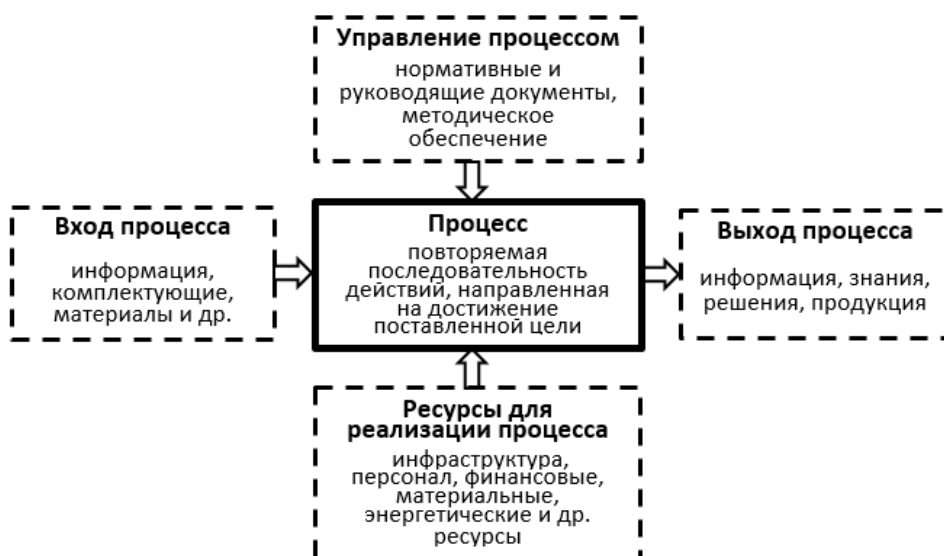


Рис. 1 – Основные атрибуты элементарного процесса

Многообразие взаимодействующих процессов в циклограмме управления организационной системой предопределяет необходимость обеспечения их

интероперабельности как многоаспектной совместимости, обеспечивающей возможность реализации сквозного процесса обеспечения управленческой деятельности. При формировании сквозных процессов функционирования ИСУ потребуется обеспечить интероперабельность смежных процессов на уровне следующих их атрибутов:

- выход одного процесса, являясь входом смежного процесса, должен предоставить необходимую номенклатуру и объем исходных данных (информация, комплектующие, материалы и др.) для запуска другого процесса;
- управление процессами должно обеспечивать взаимоувязанное (по месту, времени, используемым ресурсам) и согласованное выполнение смежных процессов;
- номенклатура и количество ресурсов для реализации смежных процессов должны быть достаточными для взаимоувязанного и качественного выполнения смежных процессов

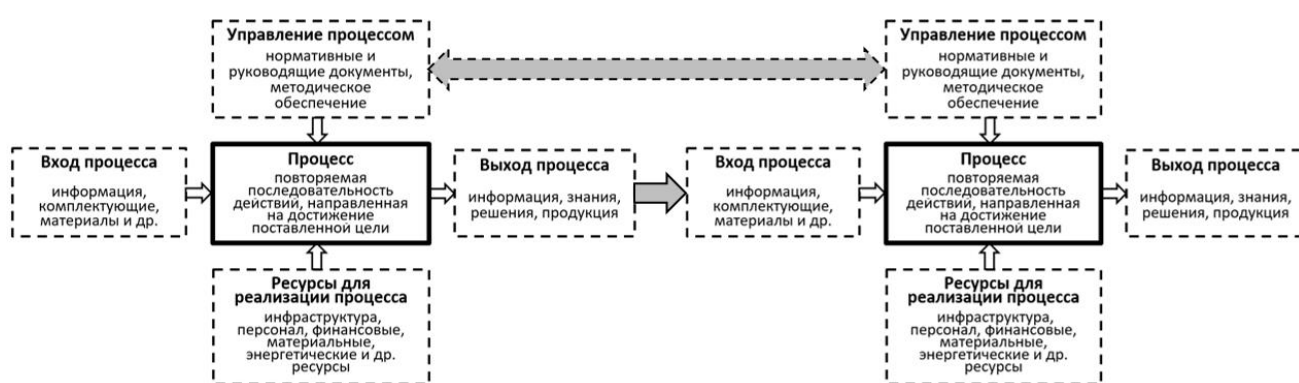


Рис. 2 – Основные направления взаимодействия смежных процессов

В этой связи условием качественного взаимодействия смежных процессов становится обеспечение интероперабельности на следующих уровнях: выход – вход процессов и управление смежными процессами, включая рациональное распределение и использование ресурсов для реализации процессов. Надо полагать, что сквозной процесс функционирования ИСУ может включать несколько комплексных процессов, которые, в свою очередь, формируются на основе объединения элементарных процессов. При этом интероперабельность должна обеспечиваться на уровне не только сквозных и комплексных процессов, но также и элементарных процессов.

В отличие от функционального подхода к интеграции подсистем в составе АСУ, при котором вопросы планирования, реализации и поддержания их интероперабельности осуществляются централизованно на уровне вертикали органов управления, при процессном подходе такие вопросы заблаговременно прорабатываются и реализуются по горизонтали на уровне смежных процессов в рамках сквозных и комплексных процессов. Такой подход создает условия для автоматизации управленческих процессов на основе поддерживаемых на должном уровне функционирования сквозных и комплексных процессов.

Таким образом, традиционная проблема обеспечения интероперабельности функциональных подсистем в составе ИСУ должна рассматриваться в аспектах обеспечения интероперабельности процессов: элементарных процессов при их объединении в комплексные, а комплексных процессов в рамках сквозных процессов.

### **3. Основные направления эволюции предметной области интероперабельности интегрированных систем управления**

Анализ и обобщение подходов отечественных и зарубежных специалистов по системотехнике создания и развития многофункциональных АСУ свидетельствует о том, что проблема их совместимости должна рассматриваться в развитии. Так, например, взгляды на обеспечение совместимости АСУ как сложных организационно-технических систем в 70-90-е годы XX века и в настоящее время в значительной мере отличаются по технологическому уровню объединяемых систем и сложности выполнения обеспечиваемых ими управленческих задач.

В настоящее время в плане обеспечения взаимодействия разнородных систем проблема совместимости становится многоаспектной и многонаправленной. При этом с учетом качественного отличия от свойства совместимости используется и ее новая категория - интероперабельность, которая отражает не только функциональную возможность обеспечения взаимодействия разнородных систем, но и сформированный процесс ее реализации и обеспечения в динамике функционирования АСУ. Ускорение сроков смены поколений аппаратно-программных средств для создания АСУ обуславливает повышение гетерогенности систем управления, когда в любой период времени может использоваться широкий перечень разнородных систем различных поколений разработки с различным технологическим уровнем их реализации.

В то же время интенсивное изменение перечня управленческих задач требует поиска рациональных вариантов их комплексирования с последующей интеграцией на уровне системотехнических и технологических решений. Прогнозируя развитие проблемы создания перспективных многофункциональных АСУ, можно с достаточной уверенностью полагать, что интероперабельность систем на основе формирования функциональной возможности и процессной реализации совместимости должна в дальнейшем перерасти в их интеграцию. Рассматривая терминологию в рамках эволюции содержания указанных выше сущностей, целесообразно представить их в следующем виде [4, 5]:

- совместимость (англ. compatibility) – в соответствии с ГОСТ 34003-90 Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Термины и определения. это характеристика или свойство системы, интерфейсы которой полностью понятны для работы с другими системами в настоящее время или в будущем без каких-либо ограничений. В новой редакции этого стандарта 2022 года указано, что совместимость автоматизированных систем – это комплексное свойство двух или более автоматизированных систем, характеризующее их способностью при функционировании.

Свойство – это то, что присуще какому-либо предмету и характеризует его само по себе, а не отражает его текущее отношение с некоторыми другими объектами. Совместимость в общем случае означает пригодность продукции, процессов или услуг к совместному, использованию при заданных условиях для выполнения установленных требований. Совместимость – это потенциальная возможность к обеспечению взаимодействия с другими системами;

- интероперабельность или функциональная совместимость (англ. interoperability) – в соответствии с ГОСТ Р 59796-2021 (Информационные технологии. Интероперабельность. Термины и определения) - это способность продукта или

системы, интерфейсы которых полностью открыты, взаимодействовать и функционировать с другими продуктами или системами без каких-либо ограничений доступа и реализации, в том числе поддержание этой способности в динамике функционирования системы. В новой редакции ГОСТ 34003-90 под интероперабельностью понимают способность двух или более автоматизированных систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена.

- интеграция – это объединение отдельных составных частей с помощью определенных действий в единое целое либо их встраивание в уже существующий целостный объект. [6]. Интеграция представляет собой единый процесс, объединяющий технологии и системы в единую последовательную цепочку и, в результате, преобразует форматы данных между системами.

Интеграция информационных систем — это процесс установки связей между информационными системами для получения единого информационного пространства, организации поддержки сквозных бизнес-процессов [7].

Достижение целей функциональной совместимости, как указано в ГОСТ Р 58538-2019 (Системы промышленной автоматизации и интеграции. Спецификация требований к организации информационного взаимодействия), требует обязательного выполнения трех этапов стандартизации, обеспечивающих интеграцию, начиная от приборных разъемов и заканчивая базовыми системными функциями:

- сосуществование автоматизированных систем, при котором различные системы эффективно работают в разных средах, не препятствуя друг другу, а взаимодействие между ними минимальное или полностью отсутствует;

- взаимодействие автоматизированных систем, при котором протоколы взаимодействия систем двух типов приводят во взаимное соответствие, при этом обеспечивается совместное использование ресурсов для реализации конкретного приложения;

- функциональная совместимость (интероперабельность) автоматизированных систем, при которой несколько автоматизированных систем функционируют совместно и при этом совместно используют ресурсы.

Различные функции приложений могут согласованным образом использовать общую информацию. Это требует, как взаимодействия структурных элементов между собой, так и их сосуществования, а также введения новых бизнес-правил, процессов и требований информационной безопасности, которые позволят объединять различные приложения.

Таким образом, ретроспектива (сосуществование, совместимость) и перспектива (интеграция) категории «интероперабельность», рассматриваемые одновременно с развитием технологической основы развития АСУ, свидетельствуют о необходимости исследования процессных аспектов обеспечения интероперабельности при создании и развитии интегрированных систем.

Система процессов, как новая сущность в онтологии ИСУ, рассматривается в качестве системной основы для интеграции разнородных функциональных подсистем. При этом необходимо выделить, с одной стороны, целевые процессы, отражающие взаимодействие органов, пунктов и средств управления в динамике функционирования ИСУ [8], и процессы системной инженерии, рассматриваемые по стадиям жизненного цикла ИСУ и определяющие, в основном, отношения субъектов государственного заказа

в ходе разработки, создания, испытаний, ввода в эксплуатацию и обеспечения применения ИСУ по их предназначению, с другой стороны. Система процессов поясняется на рис. 3.

В современных условиях интенсивного развития АСУ в направлении создания ИСУ как материально-технической основы перспективных организационных систем в направлении расширения их функциональных возможностей путем интеграции в рамках существующих и разрабатываемых АСУ новых высокотехнологичных функциональных подсистем непропорционально резко возрастает их сложность, а реальный эффект обеспечения оперативности, непрерывности и устойчивости управления зачастую оказывается ниже ожидаемого.

Основной причиной такого состояния являются издержки сугубо вертикальной иерархии управления с принятием решений по обеспечению взаимодействия подсистем преимущественно на верхних уровнях иерархии, связанные с обеспечением взаимоувязанного функционирования всех подсистем в составе АСУ.

В этой связи представляется целесообразным проводить координацию взаимодействия функциональных подсистем по горизонтали на уровне управленческих процессов по реализации задач управления.

Важным условием реализации процессного подхода к созданию и развитию ИСУ является взаимоувязанное управление взаимодействием указанных в таблице 1 групп процессов.

Целевые процессы, составляющие полную группу процессов реализации предназначения ИСУ, должны поддерживаться на всех стадиях ее жизненного цикла процессами системной инженерии (процессы соглашения, организационного обеспечения проекта, технического управления и технические процессы) [9, 10].

Вопросы интероперабельности процессов системной инженерии в настоящее время проработаны на достаточном уровне и в нормативно-методическом плане регламентированы в ГОСТ Р ИСО 11354-1-2012 «Требования к установлению интероперабельности процессов промышленных предприятий. Часть 1. Основа интероперабельности предприятий».

В то же время применительно к созданию ИСУ как высокотехнологичных объектов разработки важно рациональным образом применить процессы системной инженерии к реализации целевых процессов ИСУ. Схема взаимодействия целевых процессов и процессов системной инженерии в жизненном цикле ИСУ поясняется в таблице 1. Содержание взаимодействия указанных групп процессов по стадиям жизненного цикла должно определяться в ходе разработки замысла создания ИСУ.

Интероперабельность процессов возникает тогда, когда:

- конкретный процесс способен получать и использовать необходимую информацию и другие информационные объекты, предоставляемые внешним процессом, или наоборот;
- внешний процесс способен получать и использовать необходимую информацию и другие информационные объекты из процессов, выполняемых в системе управления.

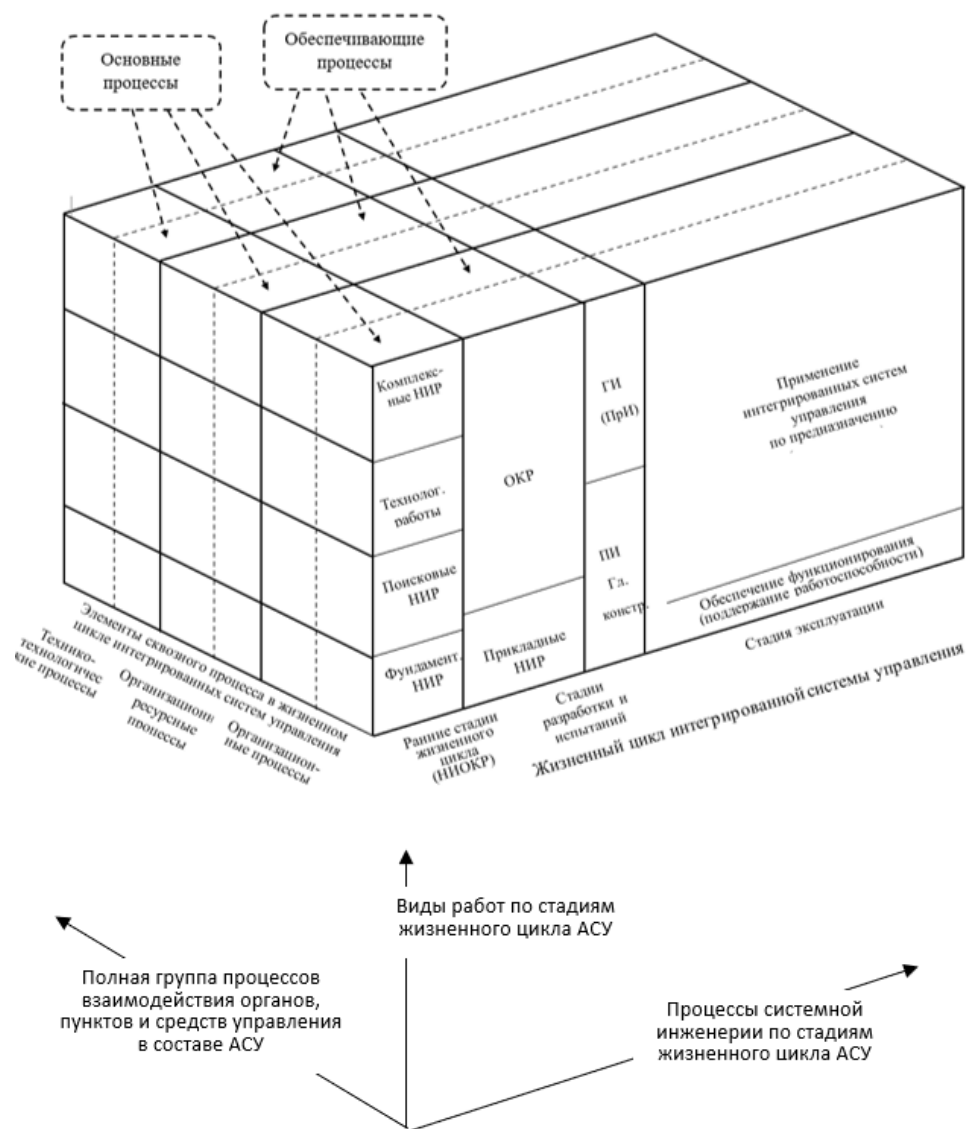


Рис. 3 - Система процессов в жизненном цикле системы управления

Таблица 1.  
Схема взаимодействия целевых процессов и процессов системной инженерии в жизненном цикле ИСУ

Процессы системной инженерии	Целевые процессы		
	Организационные процессы	Организационно-ресурсные процессы	Технико-технологические процессы
Процессы соглашения	✓	✓	
Процессы организационного обеспечения проекта	✓	✓	
Процессы технического управления		✓	✓
Технические процессы		✓	✓



Несовместимость процессов может возникать между взаимодействующими или сотрудничающими организациями, обладающими различными моделями процессов, различными режимами контроля или различным распределением ответственностей и прав доступа к информационным системам, управлением работой и внесением изменений. Проблемы относительно несовместимости процессов, используемых при любом обмене между автоматизированными системами, должны описываться перед началом любого активного взаимодействия между ними, если не будет определено, что это взаимодействие будет осуществляться с применением каких-либо дополнительных мер (например, использованием агента или любым другим аналогичным способом).

Обобщая изложенное, целесообразно отметить, что с процессной точки зрения предметная область интероперабельности ИСУ определяется системой процессов в их жизненном цикле, которая объединяет:

- целевые процессы, отражающие взаимодействие органов, пунктов и средств управления в динамике функционирования ИСУ и составляющие полную группу основных и обеспечивающих процессов взаимодействия органов, пунктов и средств управления;

- процессы системной инженерии в соответствии с их классификацией в соответствии с ГОСТ Р 57193-2016 «Системная и программная инженерия. Процессы жизненного цикла систем», рассматриваемые по стадиям жизненного цикла ИСУ и реализуемые в ходе выполнения работ по стадиям (НИР, ОКР по разработке системы, испытания, ввод в действие и применение по назначению).

Применительно к системе процессов (см. рис. 3 и табл. 1) их интероперабельность представляет собой способность процессов взаимодействовать между собой без каких-либо ограничений доступа к ним и реализации взаимодействия. Руководствуясь требованиями ГОСТ Р 55062-2021 «Информационные технологии. Интероперабельность. Основные положения», и, рассматривая три уровня интероперабельности (организационную, семантическую и техническую), целесообразно определить следующий порядок ее обеспечения при организации взаимодействия процессов (см. рис. 2).

1. На уровне стыка «выход» одного процесса – «вход» другого процесса интероперабельность должна обеспечиваться:

- на организационном уровне (с учетом сопряжения границ смежных процессов и своевременного принятия решений по зонам принадлежности к тому или иному процессу с нерегламентированной ответственностью);

- на семантическом уровне (контекстные параметры взаимодействия смежных процессов);

- на техническом уровне: согласованные параметры на стыке технических средств, реализующих смежные процессы (параметры совместимости форматов данных и сообщений, сетевых протоколов, интерфейсов и требований по качеству обслуживания, параметры информационной безопасности и др.).

2. На уровне управления смежными процессами интероперабельность должна обеспечиваться:

- на организационном уровне (определение границ смежных процессов, уточнение ответственности по обеспечению взаимодействия смежных процессов и распределение ответственности при организации выполнения процессов, согласованное использование

(пополнение) ресурсов для реализации смежных процессов и контроль качества их взаимодействия);

- на семантическом уровне (контекстные параметры взаимодействия смежных процессов);

- на техническом уровне: согласованные параметры на стыке технических средств, реализующих смежные процессы (параметры совместимости форматов данных и сообщений, сетевых протоколов, интерфейсов и требований по качеству обслуживания, параметры информационной безопасности и др.).

#### **4. Заключение**

Представленный в статье новый подход к определению предметной области интероперабельности на процессной основе находится в створе основных тенденций развития высокотехнологичных автоматизированных систем в направлении их интеграции и расширения функциональных возможностей интегрированных систем. Обоснована система процессов в жизненном цикле ИСУ, которая должна составить основу предметной области их интероперабельности:

- полная группа целевых процессов, отражающих взаимодействие органов, пунктов и средств управления в процессе выполнения задач управленческой деятельности;

- процессы системной инженерии (процессы соглашения, организационного обеспечения проекта, технического управления и технические процессы), обеспечивающие разработку, реализацию и выполнение целевых процессов по стадиям жизненного цикла ИСУ.

Таким образом, предложено рассматривать интероперабельность высокотехнологичных систем управления не только как функциональную возможность обеспечения взаимодействия разнородных систем, но и как сформированный процесс ее реализации и обеспечения в динамике функционирования автоматизированных систем.

---

#### Список литературы

---

1. Пригожин, А. И. Методы развития организаций. (Приложение к журналу «Консультант», 9-2003). – М.: МЦФЭР, 2003. – 864 с.

2. Ефремов, В. С. Концепция стратегического планирования в бизнес-системах. Дис. ... докт. экон. наук. – М.: 2001. – 328 с.

3. Забегалин, Е. В. Концептуальная схема организации процессной автоматизации больших военных организаций // Системы управления, связи и безопасности. – М.: 2020. – Т. 4. – С.1-43.

4. Башлыкова А.А., Козлов С.В., Макаренко, Олейников А.Я., Фомин И.А. Подход к обеспечению интероперабельности в сетевых системах управления. Журнал Радиоэлектроники, №6, 2020

5. Козлов С.В. Эволюция требований по комплексированию функциональных подсистем АСУ: совместимость, интероперабельность, интеграция. Военная безопасность России: взгляд в будущее. Материалы 7-й Международной межведомственной научно-практической конференции научного отделения № 10 Российской академии ракетных и артиллерийских наук. В 3-х томах. Том 1. Москва, 2022

Издательство: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет) (Москва). 2022: С. 291-296

6. Интеграция. URL: <https://clck.ru/34ShoW> (дата обращения 25.03.2023).

7. Что такое интеграция? <https://habr.com/ru/post/676088/>.

8. Козлов С.В. Основные направления интеграции интеллектуальных систем управления на процессной основе реализации сетевых принципов. В сборнике: Радиолокация, навигация, связь. Сборник трудов XXVIII Международной научно-технической конференции, посвященной памяти Б.Я. Осипова, Т. 1. Воронеж, 2022. С. 325-335.

9. Батоврин В.К. Стандарты системной инженерии: серия докладов (зеленых книг) в рамках проекта «Промышленный и технологический форсайт Российской Федерации» / В.К. Батоврин; под ред. М.С. Липецкой, К.А. Ивановой; Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад». — СПб., 2012. — Вып. 4. — 64 с

10. Баданов А.Ю., Рызванов Р.А. Процессы системной инженерии для поддержания жизненного цикла сложных технических систем. [электронный ресурс] — Режим доступа: <https://clck.ru/34Shob>

## References

---

1. Prigozhin, A. I. Metody razvitiia organizatsii. (Prilozhenie k zhurnalu «Konsul'tant», 9-2003). — М.: MTSFER, 2003. — 864 s.

2. Efremov, V. S. Kontseptsiiia strategicheskogo planirovaniia v biznes-sistemakh. Dis. ... dokt. ekon. nauk. — М.: 2001. — 328 s.

3. Zabegalin, E. V. Kontseptual'naia skhema organizatsii protsessnoi avtomatizatsii bol'shikh voennykh organizatsii // Sistemy upravleniia, sviazi i bezopasnosti. — М.: 2020. — Т. 4. — S.1-43.

4. Kozlov S.V. Evoliutsiia trebovaniia po kompleksirovaniu funktsional'nykh podsystem ASU: sovместimost', interoperabel'nost', integratsiia. VOENNAIA BEZOPASNOST ROSSII: VZGLIAD V BUDUSHCHEE. Materialy 7-i Mezhdunarodnoi mezhvedomstvennoi nauchno-prakticheskoi konferentsii nauchnogo otdeleniia № 10 Rossiiskoi akademii raketnykh i artilleriiskikh nauk. V 3-kh tomakh. Tom 1. Moskva, 2022 Izdatel'stvo: Moskovskii gosudarstvennyi tekhnicheskii universitet imeni N.E. Baumana (natsional'nyi issledovatel'skii universitet) (Moskva). 2022:S. 291-296

5. Integratsiia. URL: <https://clck.ru/34ShoW> (data obrashcheniia 25.03.2023).

6. CHto takoe integratsiia? <https://habr.com/ru/post/676088/>.

7. Kozlov S.V. Osnovnye napravleniia integratsii intellektual'nykh sistem upravleniia na protsessnoi osnove realizatsii setetsentricheskikh printsipov. V sbornike: Radiolokatsiia, navigatsiia, sviaz'. Sbornik trudov XXVIII Mezhdunarodnoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii, posviashchennoi pamiatii B.IA. Osipova, T. 1. Voronezh, 2022. S. 325-335.

8. Batovrin V.K. Standarty sistemnoi inzhenerii: seriia dokladov (zelenykh knig) v ramkakh proekta «Promyshlennyi i tekhnologicheskii forsait Rossiiskoi Federatsii» / V.K. Batovrin; pod red. M.S. Lipetskoi, K.A. Ivanovoi; Fond «TSentr strategicheskikh razrabotok «Severo-Zapad». — SPb., 2012. — Vyp. 4. — 64 s

9. Badanov A.IU., Ryzvanov R.A. Protsessy sistemnoi inzhenerii dlia podderzhaniia zhiznennogo tsikla slozhnykh tekhnicheskikh sistem. [elektronnyi resurs] — Rezhim dostupa: <https://clck.ru/34Shob>