

Обеспечение интероперабельности авиационных беспилотных летательных аппаратов*

А. Я. Олейников

Федеральное учреждение науки Институт радиотехники и электроники им. В.А. Котельникова Российской академии наук (ИРЭ им. В.А. Котельникова РАН), г. Москва, Россия

Аннотация. Показана возрастающая актуальность решения проблемы интероперабельности для авиационных беспилотных летательных аппаратов (БЛА) как компонентов сетевых информационно-управляющих систем (СЦИУС). Предложено решение проблемы интероперабельности БЛА на основе подхода, зафиксированного в ГОСТ Р 55062–2012. Приведен перечень первоочередных зарубежных стандартов, которым необходимо придать статус ГОСТ Р для включения в состав профиля.

Ключевые слова: беспилотные авиационные аппараты, интероперабельность, стандарты, сетевые информационно-управляющие системы, профиль.

DOI 10.14357/20718632210401

Введение

Согласно общепринятому определению: «интероперабельность – способность двух или более систем или компонентов к обмену информацией и к использованию информации, полученной в результате обмена (ISO/IEC/IEEE 24765:2017, ГОСТ Р 55062–2012). В основе обеспечения интероперабельности лежит использование профилей - согласованных наборов ИКТ-стандартов. В [1] было показано, что в области БЛА проблема интероперабельности имеет высокую актуальность, поскольку, в общем случае, объединение БЛА представляет собой «летающую» распределенную гетерогенную систему. Кроме того, был применен подход к обеспечению интероперабельности,

зафиксированный в ГОСТ Р 55062–2012, к группировкам БЛА, включая этап построения проблемно-ориентированной модели интероперабельности на базе трехуровневой эталонной модели, приведенной в ГОСТ Р 55062–2012. В настоящей статье в развитие подхода, содержащегося в [1], предложено дальнейшее решение проблемы интероперабельности с более широким подходом, охватывающим не только группировки БЛА, но и т. н. беспилотные авиационные системы (БАС) как компоненты СЦИУС. Отмечается, что переход к сетевых архитектур архитектуры систем управления представляет собой следствие закона Эшби и, как дальнейшее следствие, растущая актуальность решения проблемы интероперабельности. Описана методика построения профиля на

* Работа выполнена в рамках государственного заказа и при финансовой поддержке РФФИ, грант № 19–07–00774

основе национальных стандартов (ГОСТ Р). Приведен перечень первоочередных зарубежных стандартов, которым необходимо придать статус ГОСТ Р для включения в состав профиля, как этого требует ФЗ N 162 от 29.06.2015 «О стандартизации в Российской Федерации».

Кроме того, подчеркивается важность того, что БЛА представляют самый широкий класс роботов, и поэтому решения проблемы интероперабельности, предложенные для БЛА, в большой степени, могут быть применимы и для других видов роботов.

Настоящая статья подготовлена с использованием материалов доклада, направленного на конференцию 3rd International Conference on Control Systems, Mathematical Modeling, Automation and Energy Efficiency, November, 10-12 2021 | Russia, Lipetsk.

1. Увеличение актуальности решения проблемы интероперабельности

Прежде всего, отметим, что область разработки и применения беспилотных летательных аппаратов очень быстро развивается, терминология не устоялась и очень важно пользоваться

единой терминологией. В данной статье мы будем опираться на ГОСТ Р 57258–2016 «Системы беспилотные авиационные. Термины и определения». В этом стандарте введены понятия и сокращения: беспилотный летательный аппарат (unmanned aircraft - UA) - БЛА и беспилотная авиационная система (unmanned aircraft system - UAS) – БАС. При этом под БАС понимается: «комплекс, включающий одно или несколько беспилотных воздушных судов, оборудованных системами навигации и связи, средствами обмена данными и полезной нагрузкой, а также наземные технические средства передачи-получения данных, используемые для управления полетом и обмена данными о параметрах полета, служебной информацией и информацией о полезной нагрузке такого или таких воздушных судов, и канал связи со службой управления воздушным движением».

С этими определением, вообще говоря, можно спорить, поскольку спутник тоже относится к беспилотным летательным аппаратам, а для управления полётом могут использоваться самолёты и спутники, тоже входящие в СЦИУС (Рис. 1).

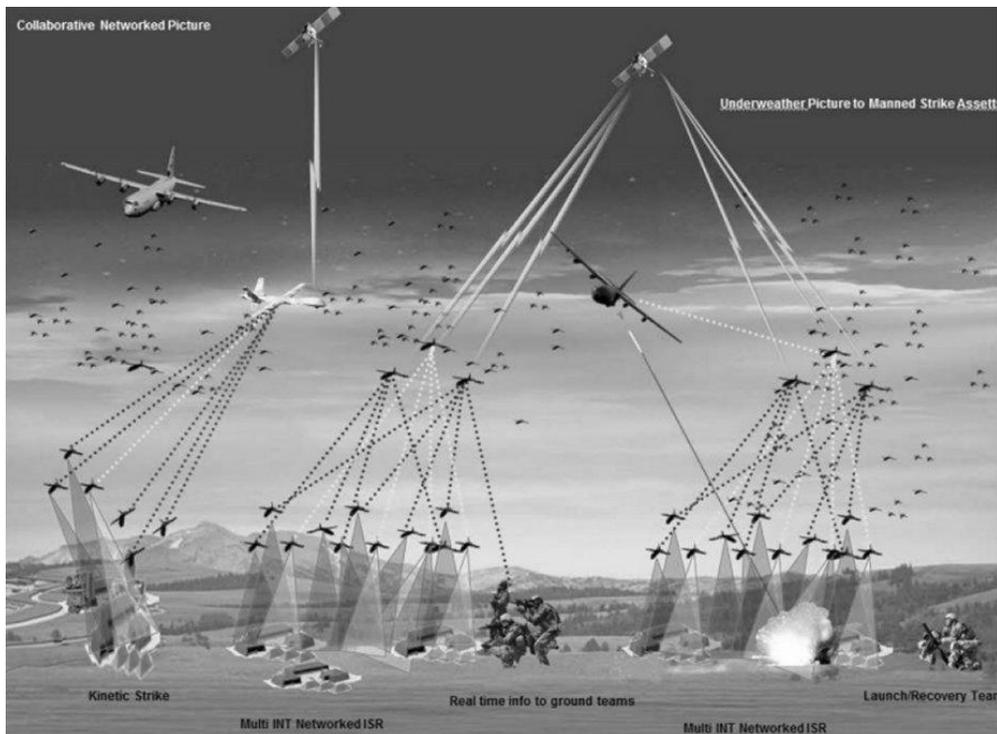


Рис. 1. Коллаборативная сетевая система

За время, истекшее с момента отправки [1] в печать были найдены материалы, подтверждающие, что БЛА находят всё более широкое применение не только в военной области, но и во многих гражданских областях [например, 2, 3]. Подтверждается, что беспилотная авиация представляет компонент сетецентрической системы [4]. БЛА применяются, в том числе, для взаимодействия Единой территориально-распределенной информационной системы дистанционного зондирования Земли и информационных систем мониторинга [5]. Многие задачи требуют использования не индивидуальных БЛА, а их группировок [6, 7].

1.1. Состояние проблемы за рубежом

В [1] приведена таблица, содержащая зарубежные документы по проблеме интероперабельности за рубежом. За время, прошедшее с момента отправления [1] в печать, нами ещё найдены материалы, из которых следует, что проблема интероперабельности в области БЛА приобретает всё большую актуальность и, можно сказать, становится ключевой [8, 9]. Причем этому вопросу посвящено не только большое число статей и отчетов, но имеются и документы [10], в первую очередь в военной области [11]. В [11] подчеркивается: «Интероперабельность исторически и до настоящего времени представляет ключевую составляющую при интеграции и функционировании беспилотных систем».

1.2. Состояние проблемы в РФ

Следует сказать, что вопросами создания и применения БЛА, а также разработкой стандартов в этой области в РФ занимаются многие организации, однако работы по интероперабельности авторам неизвестны. Важнейшим событием для РФ в этой области следует считать появление Распоряжения Правительства РФ от 19 августа 2020 г. № 2129-р. В данном Распоряжении в разделе I содержится п.11 «Совершенствование системы технического регулирования и оценки соответствия», в котором сказано: «В настоящее время в Российской Федерации действует целый ряд технических стандартов в сфере робототехники, однако

нормативно-техническое регулирование в области искусственного интеллекта только начинает формироваться. Для обеспечения надежности, достоверности, безопасности и **интероперабельности** решений в области искусственного интеллекта необходимо создание современной системы нормативно-технического регулирования в этой сфере». Данное положение прямо относится к БЛА, поскольку они представляют наиболее распространённую группу из семейства роботов и используют искусственный интеллект.

И конечная цель наших работ, в соответствии данным Распоряжением – разработка национального стандарта (или ряда стандартов), направленного на обеспечение интероперабельности БЛА.

2. Увеличение актуальности решения проблемы интероперабельности – следствие закона Эшби

В этом разделе мы бы хотели показать, что возрастающая актуальность решения проблемы интероперабельности и не только для области БЛА, а практически для всех областей, представляет собой следствие закона Эшби, сформулированного им в монографии [12]. Наблюдающаяся тенденция перехода от «классической» иерархической архитектуры информационно-управляющих систем к сетцентрической представляет прямое следствие закона Эшби. Этот закон, применительно к системам управления можно сформулировать следующим образом: «система управления не должна быть проще управляемого объекта». А хорошо известно, что весь мир идёт ко всё более сложным системам, и предельным случаем которых выступает т. н. система систем [например 13]. Если идти дальше, то легко увидеть, что в иерархической архитектуре соединение осуществляется по принципу точка-точка, а в сетцентрической – по принципу «каждый с каждым» (Рис. 2) это означает, что требования к интерфейсам, обеспечивающих интероперабельность, в системе с сетцентрической архитектурой, гораздо выше.

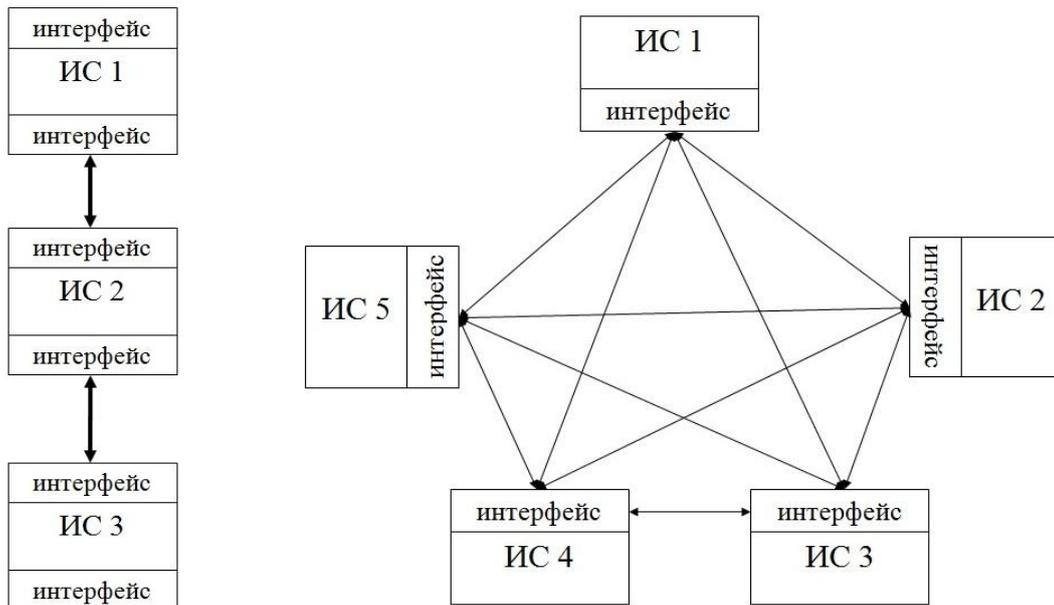


Рис. 2. Повышение требований к интерфейсам, обеспечивающим интероперабельность, при переходе к сетевидной архитектуре

3. Разработка стандартов для обеспечения интероперабельности

По инициативе ПК206/ТК22 «Интероперабельность», ведение которого возложено на ИРЭ им В.А. Котельникова РАН, в настоящее время находится в стадии утверждения ряд стандартов, направленных на обеспечение интероперабельности:

- ГОСТ Р «Информационные технологии. Интероперабельность. Термины и определения».

- ГОСТ Р «Информационные технологии. Сложные системы. Интероперабельность. Основные положения».

И осуществляется пересмотр ГОСТ Р 55062–2012, «Информационные технологии. Системы промышленной автоматизации. Интероперабельность. Основные положения», положения которого широко используются в самых различных областях.

В План национальной стандартизации Институтом радиотехники и электроники В.А. Котельникова РАН направлена заявка на разработку двух стандартов:

- ГОСТ Р «Информационные технологии. Сетевидные информационно-управляющие системы», проект которого разработан в рамках проекта РФФИ (№№ 19–07–00774),

- ГОСТ Р «Информационные технологии. Робототехнические комплексы. Интероперабельность. Общие положения». Данное предложение основано в большой степени на работах по БЛА, поскольку они, как уже говорилось, составляют самую многочисленную группу роботов.

4. Построение профиля интероперабельности БЛА

В соответствии с единым подходом, изложенным в ГОСТ Р 55062-2012, методика обеспечения интероперабельности (Рис. 3) включает основные этапы (концепция (1), архитектура (2), проблемно-ориентированная модель (3), профиль (4), реализация (5), аттестационное тестирование (6) и вспомогательные этапы: дорожная карта разработки стандартов (7), сама разработка стандартов (8) и термины и определения, т.е. глоссарий (9).

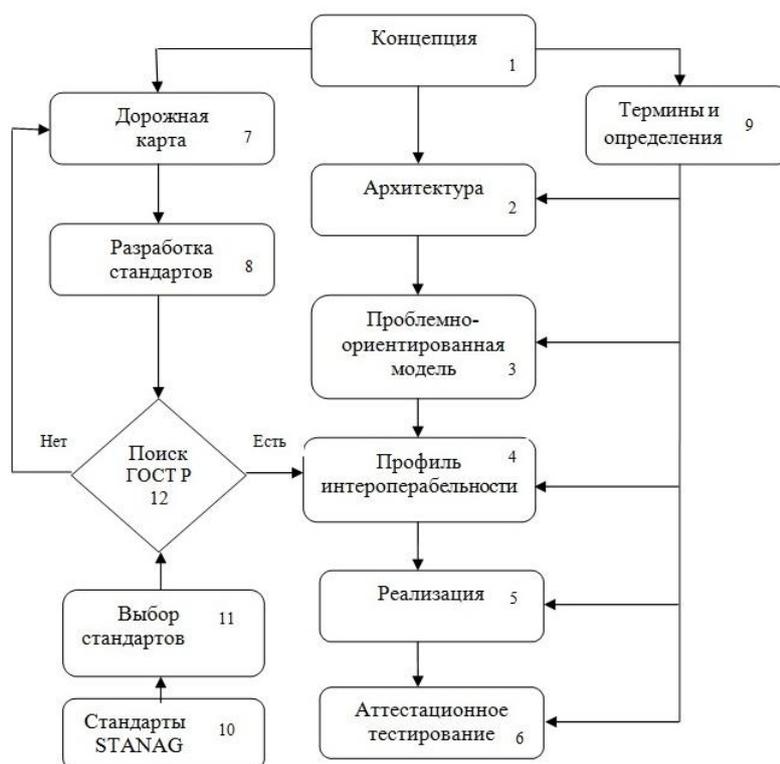


Рис. 3. Методика обеспечения интероперабельности БПЛА согласно ГОСТ Р 55062–2012 с учётом положений стандартов STANAG

Дополнительно к этапам, приведенным в ГОСТ Р 55062–2012, на Рис. 3 приведены этапы 10, 11, 12., подробнее описанные ниже.

В [1] рассмотрены этапы методики применительно к группировкам БЛА, и предложена проблемно-ориентированная модель интероперабельности, представляющая расширение эталонной трехуровневой модели, приведенной в ГОСТ Р 55062–2012 и содержащая 15 подуровней (Рис. 4).

Следующим этапом, согласно ГОСТ Р 55062–2012, должно быть построение профиля (этап 4 на Рис. 3). Напомним, что профиль - согласованный набор стандартов, расположенных по уровням проблемно-ориентированной модели интероперабельности систем конкретного класса [1]. Профиль может быть оформлен как ГОСТ Р и иметь самостоятельное значение.

В соответствии с ФЗ «О стандартизации», ГОСТ Р должен содержать национальные стандарты, и может включать положения международных (зарубежных) стандартов. Такими зарубежными стандартами следует считать стандарты НАТО STANAG (Standardization

Agreement), поскольку НАТО занимается проблемой интероперабельности БЛА более 15 лет. Ближайшим аналогом разрабатываемого профиля следует считать стандарт STANAG 4586 «Standard Interfaces of UCS for NATO UAV Interoperability», который содержит международные стандарты (ISO), корпоративные стандарты, (IEEE) и целый ряд стандартов STANAG. Ввиду ограниченного объема статьи нет возможности полностью описать профиль, содержащий более 20 документов, и останавливаться на отдельных стандартах, и поэтому мы, в основном, описываем методику его построения. Для того чтобы построить профиль, содержащий только российские национальные стандарты, следует или по номеру (если это стандарт ISO) или по названию, пользуясь базой данных Росстандарта, выявить, какие из этих стандартов приобрели статус ГОСТ Р (этапы 10, 11 на Рис. 1), расположить их по уровням модели (Рис. 4). Те стандарты, которые пока не приобрели статус ГОСТ Р, должны войти в Дорожную карту для превращения этих стандартов в ГОСТ Р (этап 7 Рис. 3).

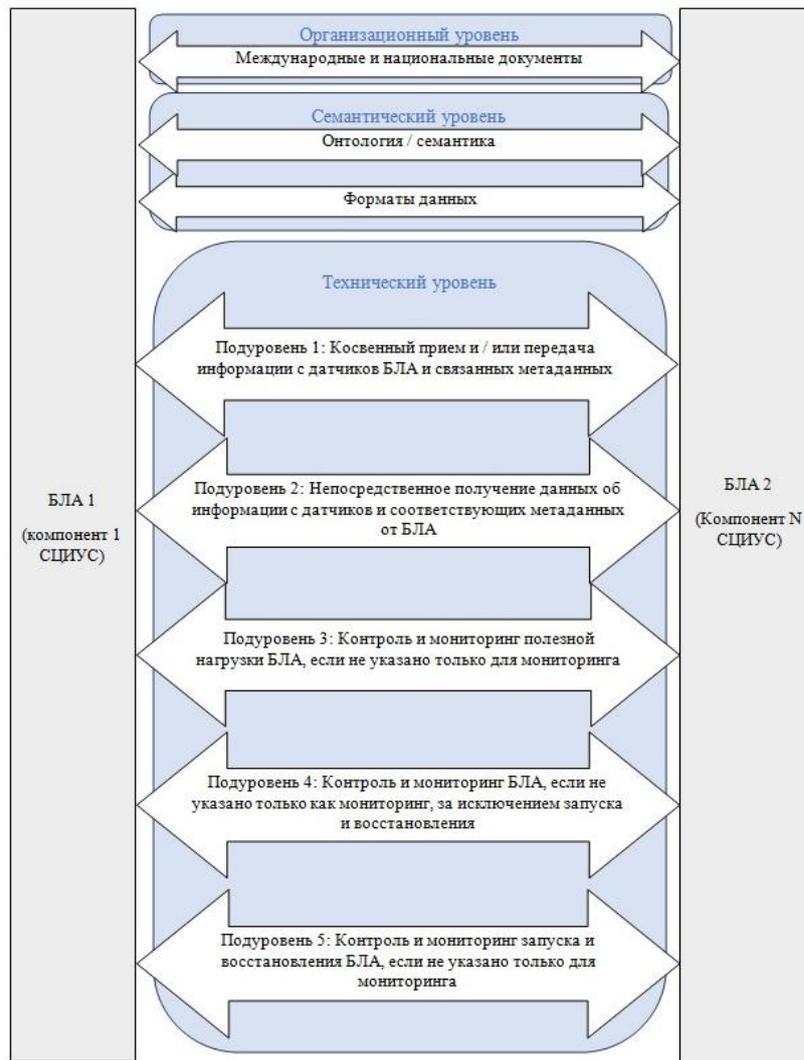


Рис. 4. Проблемно-ориентированная модель интероперабельности БЛА

Заметим, что в данной статье содержатся лишь предложения авторов, согласно принятой процедуре, построение профиля и расположение стандартов по уровням модели ведется группой экспертов и в дальнейшем проходит несколько стадий согласования прежде, чем профиль будет утвержден. Кроме того, следует учесть ещё два обстоятельства:

1. Стандарты имеют «время жизни», одни отменяются, другие появляются.
2. Одна и та же функция может выполняться разными стандартами.

4.1. Технический уровень

В технический уровень должны войти следующие стандарты или аналоги: стандарт STANAG 7085: Interoperable Data Links for Im-

aging Systems; STANAG 7085 Interoperable Data Links for Imaging Systems; ГОСТ Р 55387-2012; STANAG 7085: Interoperable Data Links for Imaging Systems; STANAG 4575: NATO Advanced Data Storage Interface (NADSI); ГОСТ Р 43.0.11-2014; ISO/IEC 14662:2010; ГОСТ Р ИСО/МЭК 29161-2019; ГОСТ Р ИСО/МЭК 29161-2019; ISO/IEC TR 29181-1:2012, Part 1: Overall aspects; ГОСТ Р 58210— 2018; ISO/IEC TR 29181-1:2012, Part 1: Overall aspects; ГОСТ Р 58210— 2018; ГОСТ Р ИСО/МЭК 9594-8-98.

4.2. Семантический уровень

STANAG 7023: Air Reconnaissance Primary Imagery Data Standard; ГОСТ Р 43.0.11-2014; STANAG 4575: NATO Advanced Data Storage Interface (NADSI); ГОСТ Р ИСО/МЭК 29362-

2013. Версия 1.0; STANAG 4607: NATO Ground Moving Target Indicator (GMTI) format; STANAG 4609: NATO Digital Motion Imagery Standard; STANAG 4545: NATO Secondary Imagery Format (NSIF); ГОСТ Р МЭК 61883-8-2016. Часть 8; ETSI TS 102 606–1 Digital Video Broadcasting (DVB); Generic Stream Encapsulation (GSE); Part 1: Protocol; ГОСТ Р 56451–2015; IEEE 1588 Precision Time Protocol; ГОСТ Р 56947-2016 /ISO/IEC/IEEE 21450:2010.

4.3. Организационный уровень

Под стандартами для организационного уровня следует понимать нормативно-правовые документы. К этим документам могут быть отнесены:

Распоряжение Правительства РФ от 19 августа 2020 г. № 2129-р Об утверждении Концепции развития регулирования отношений в сфере технологий искусственного интеллекта и робототехники на период до 2024 г;

Приказ Минтранса № 128 «Определение общих правил выполнения авиационных работ, а также правил выполнения отдельных видов авиационных работ с применением беспилотных авиационных систем»;

Приказ Минтранса № 128 «Определение порядка подготовки к полету беспилотной авиационной системы и экипажа беспилотного гражданского воздушного судна, порядка осуществления контроля за их готовностью и порядка выполнения полета беспилотной авиационной системы»;

Приказ Минтранса № 246 «Определение требований, порядка и процедуры проведения подтверждения соответствия требованиям федеральных авиационных правил юридических лиц, индивидуальных предпринимателей, осуществляющих коммерческие воздушные перевозки с использованием беспилотных авиационных систем. Стандарты должны быть распределены по уровням модели.

5. Дорожная карта разработки стандартов

Таким образом в Дорожную карту разработки стандартов (этап 7 Рис. 1) на основе изложенной методики (этапы 10 и 11 Рис.1) должны быть внесены следующие первоочередные

шесть стандартов в качестве прототипов для разработки на их основе ГОСТ Р: IEEE 1588 Precision Time Protocol, STANAG 4545: NATO Secondary Imagery Format (NSIF); STANAG 4545: NATO Secondary Imagery Format (NSIF); STANAG 4607: NATO Ground Moving Target Indicator (GMTI) format; ISO/IEC 14662:2010; STANAG 7023: Air Reconnaissance Primary Imagery Data Standard; STANAG 7085: Interoperable Data Links for Imaging Systems.

Заключение

1. Показана растущая актуальность решения проблемы интероперабельности в области БЛА, как компонентов сетецентрической информационно-управляющей системы.

2. Единый подход к обеспечению интероперабельности, зафиксированный в ГОСТ Р 55062–2012, применен к БЛА с использованием положений международных и зарубежных стандартов, включая построение профиля.

3. Приведен перечень первоочередных зарубежных стандартов, которым необходимо придать статус ГОСТ Р для включения в состав профиля.

4. На основе результатов исследования, изложенных в данной статье, и с учетом того, что беспилотные летательные аппараты, представляют наиболее широкий группу роботов, в Росстандарт в установленном порядке направлена заявка для включения в План национальной стандартизации на 2022 г. разработки ГОСТ Р «Информационные технологии. Робототехнические комплексы. Интероперабельность. Общие положения».

Литература

1. Белов С.Г., Олейников А.Я., Якименко Е.Е. Вопросы обеспечения интероперабельности в группировках авиационных беспилотных летательных аппаратов в РФ. //Информационные технологии и вычислительные системы. 2000. №4. С 3–14.
2. Коммерческие авиационные работы на беспилотных комплексах. Новости авиационных роботов. [Электронный ресурс]. URL: <http://aviarobots.ru> (дата обращения: 10.09.2021).
3. Федосеева Н.А., Загвоздкин М.В. Перспективные области применения беспилотных летательных аппаратов. //Научный журнал. 2017. Т.22. №9. С. 26–29.

4. Сазонов А.А., Белый В.С. Беспилотная авиация и геоинформационные системы как компоненты сетцентрической войны. – Минск.: Изд. центр БГУ, 2015. – 65 с.
5. Третьяков В.А., Куликов Г.В., Лукьянец Ю.Ф. Принципы построения больших территориально распределённых автоматизированных систем. //Российский технологический журнал. 2020. Т.8. №1. С. 34–42
6. Халимов Н.Р., Мефедов А.В. Распределенная сетцентрическая система управления группой ударных беспилотных летательных аппаратов. //Системы управления, связи и безопасности. 2019. №3. С. 1–13.
7. Макаренко С. И. Противодействие беспилотным летательным аппаратам. Монография. – СПб.: Научное издание, 2020. – 204 с.
8. Curtis L. Blais. Unmanned systems interoperability standards. Monterey, California. Naval Postgraduate School. [Электронный ресурс]. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/81222182.pdf> (дата обращения: 10.09.2021).
9. The linux foundation to host open-source project for drone aviation interoperability. [Электронный ресурс]. URL: <https://linuxfoundation.org/press-release/the-linux-foundation-to-host-open-source-project-for-drone-aviation-interoperability> (дата обращения: 10.09.2021).
10. K. Fisherkeller. Emerging Interoperability Standards for Unmanned Aerial Systems. [Электронный ресурс]. URL: <https://sdincose.org/wp-content/uploads/2014/11/Emerging-Interoperability-Standards-for-UAS-Final.pdf> (дата обращения: 10.09.2021).
11. USNI News [Электронный ресурс]. URL: <https://news.usni.org/2018/08/30/pentagon-unmanned-systems-integrated-roadmap-2017-2042> (дата обращения: 10.09.2021).
12. Эшби У.Р. Введение в кибернетику / Москва.: Издательство иностранной литературы, 1959. - 420 с.
13. Каменщиков А.А., Олейников А.Я., Широкова Т.Д. Исследование особенностей проблемы интероперабельности в крупномасштабных информационных системах //Информационные технологии и вычислительные системы. 2018. № 3. С. 16–28.

Олейников Александр Яковлевич. Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова Российской академии наук, Москва. Главный научный сотрудник, доктор технических наук, профессор. Количество печатных работ составляет более 260 публикаций. Область научных интересов: интероперабельность информационных систем, стандартизация информационных технологий. E-mail: olein39@gmail.com

Interoperability Providing of Unmanned Aircrafts

A. Ya. Oleynikov

Institute of Radio Engineering and Electronics. V.A. Kotelnikov of the Russian Academy of Sciences (IRE V.A. Kotelnikov RAS), Moscow, Russia

Abstract. The increasing urgency of solving the problem of interoperability for unmanned aircrafts - UA as components of network-centric information and control systems (NCICS) is shown. A solution to the problem of interoperability of UAs is proposed, based on the approach fixed in GOST R 55062-2012. A list of top priorities of foreign standards that are to acquire the GOST R status to enable them to be included into a profile, is given.

Keywords: unmanned aircrafts, interoperability, standards, network-centric information and control systems, profile.

DOI 10.14357/20718632210401

References

1. Belov S.G., Oleinikov A. Ya., Yakimenko E.E. Application of a unified approach to ensure the interoperability of unmanned aerial vehicles combined into a group. //Information technologies and computer systems. 2020. vol.4. S. 3-14.
2. Commercial aviation work on unmanned complexes. News of aviation robots. [Electronic resource]. URL: <http://aviarobots.ru> (data accessed: 10/09/2021).
3. Fedoseeva N.A., Zagvozdkin M.V. Promising areas of application of unmanned aerial vehicles. //Scientific Journal. 2017. Vol. 22. No. 9. S. 26-29.
4. Sazonov A.A., Bely V.S. Unmanned aircraft and geoinformation systems as components of network-centric warfare. – Minsk.: publishing center BSU, 2015. – p.65
5. Tretyakov V.A., Kulikov G.V., Lukyanets, Yu.F. Principles of creation of the big territorially distributed automated systems //Russian Technological Journal. 2020. Vol. 1. No 8. S. 34-42.

6. Halimov N.R., Mefedov A.V. A distributed network-centric control system for a group of attack unmanned aerial vehicles. //Control, Communication and Security Systems. 2019. No. 3. S 1-13.
7. Makarenko S.I. Countering unmanned aerial vehicles. Monograph. – SPb.: High-tech Technologies, 2020. – p.204.
8. Curtis L. Blais. Unmanned systems interoperability standards. Monterey, California. Naval Postgraduate School. [Electronic resource]. URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/81222182.pdf> (data accessed: 10/09/2021).
9. Linux Foundation for hosting an open-source project for the interaction of unmanned aerial vehicles. [Electronic resource]. URL: <https://linuxfoundation.org/press-release/the-linux-foundation-to-host-open-source-project-for-drone-aviation-interoperability> (data accessed: 10/09/2021).
10. K. FisherKeller. Emerging Interoperability Standards for Unmanned Aerial Systems. [Electronic resource]. URL: <https://sdincose.org/wp-content/uploads/2014/11/Emerging-Interoperability-Standards-for-UAS-Final.pdf> (data accessed: 10/09/2021).
11. USNI News [Electronic resource]. URL: <https://news.usni.org/2018/08/30/pentagon-unmanned-systems-integrated-roadmap-2017-2042> (data accessed: 10/09/2021).
12. Ashby W.Ross. Introduction to cybernetics / Moscow.: foreign literature publishing house, 1959. – p.420
13. Kamenshchikov A.A., Oleynikov A.Ya., Shirobokova T.D. Investigation of the interoperability problem features in large-scale information systems. //Journal of information technologies and computing systems. 2018, No 3. S. 16-28.

Oleynikov A. Ya. Institute of Radio Engineering and Electronics. V.A. Kotelnikov of the Russian Academy of Sciences Moscow, Russia, Chief Researcher, Doctor of Technical Sciences, Professor. Number of publications more than 260, interoperability of information systems, standardization of information technologies, e-mail: olein39@gmail.com