

ОБЗОР МЕТОДОВ СЕРТИФИКАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Е. С. Фисенко

Омский государственный технический университет,
Россия, 644050, г. Омск, пр. Мира, 11

Сертификация высокотехнологичных продуктов, таких как беспилотные воздушные суда, занимает достаточную часть временных и материальных ресурсов для разработчиков и производителей, что неизбежно приводит к замедлению выпуска продукции. В статье проанализированы методы сертификации беспилотных воздушных судов, существующие на данный момент, в некоторых странах. Также выявлены существующие сложности в получении сертификации и прохождении испытаний для ее получения. Для упрощения прохождения испытаний предложено внедрение технологии цифрового двойника как менее ресурсозатратной процедуры. Данная статья может быть полезна как разработчикам и производителям, так и центрам по сертификации.

Ключевые слова: сертификация, беспилотное воздушное судно, цифровой двойник, цифровая модель, летные испытания, летная годность.

Введение

В последнее время во всем мире идет стремительное развитие беспилотных воздушных средств (БВС) и самолетов с вертикальным взлетом и посадкой (EVTOL) и внедрение в них инновационных разработок, таких как искусственный интеллект и технологии машинного обучения. Беспилотные летательные аппараты (БПЛА) уже работают в различных отраслях: сельском хозяйстве, инспекции, средствах массовой информации и развлечениях.

На данный момент большинство гражданских операций БПЛА проводятся в неконтролируемом или изолированном контролируемом воздушном пространстве на малых высотах из соображений безопасности. Работа в условиях повышенного риска предъявляет более высокие требования к преодолению сопутствующих проблем: столкновений с гражданскими воздушными судами, травм и аварий из-за ошибок в работе БПЛА. Основные вопросы по управлению БПЛА требуют тщательного рассмотрения и решения проблем, касающихся масштабируемости, соответствия требованиям, кибербезопасности, конфиденциальности, ограничения мониторинга в реальном времени и сложной нормативной базы, что часто влечет за собой значительные затраты времени и ресурсов. Как и в других областях, законодательство и правовые нормы не успевают за технологическим прогрессом в сфере сертификации беспилотных летательных аппаратов и регулирования воздушного пространства. Это отставание неизбежно создает правовые барьеры и задерживает внедрение новейших технологий. Сложившаяся ситуация требует от разработчиков летательных аппаратов и юристов совместной работы по совершенствованию правового регулирования и облегчению внедрения и использования инновационных технологий в частном и коммерческом секторах.

Одним из возможных решений является использование технологии цифровых двойников (ЦД) для

отображения физического пространства во время работы БПЛА в виртуальное пространство для оценки риска.

Действующая нормативная база

В Совете Федерации России не так давно поступило предложение о создании подобного центра — «Национальный центр управления БПЛА». Также активно ведется работа в сфере модернизации Федеральных авиационных правил ФАП-21 и сертификации в отношении беспилотных авиационных средств (БАС). Для упрощения процедуры обязательной сертификации гражданской авиационной техники (АТ), необходимой для выдачи сертификата типа для БАС, недавно вступил в силу приказ Министерства транспорта Российской Федерации № 196, а именно 1 сентября 2023 года, который будет действовать до 1 сентября 2029 года.

В соответствии с приказом для полётов на высоте до 10 метров в сельскохозяйственных целях предусматривается декларативный метод определения соответствия, допускается сертификация авиационного двигателя и воздушного винта в составе БАС [1]. Также предусматривается упрощенная сертификация для организации — разработчика БПЛА с максимальной взлётной массой менее 5700 кг, не осуществляющим полёты над населённой местностью и не предназначенным для перевозки пассажиров за счёт неприменения к ним ряда требований, предусмотренных ФАП-21. Аналогичные условия применимы для организаций — разработчиков сверхлёгких пилотируемых воздушных судов.

С целью получения сертификата типа также необходимо, чтобы БВС отвечал Нормам летной годности [2]. Для каждой категории летательного аппарата установлены свои нормы, БВС не исключение. Для БВС с максимальной взлётной массой от 0,15 кг до 30 кг представлена упрощённая процедура регистрации судов, то есть им не нужно

оформлять сертификат типа. На данный момент существуют нормы годности для БВС с максимальной взлетной массой свыше 30 кг, далее они делятся на самолетного или вертолетного типа конструкции БВС [3]. Для самолетного типа нормы распространяются для БПЛА с максимальной взлетной массой до 5400 кг, а для вертолетного типа до 750 кг.

Рассмотрим, как выглядят процедуры сертификации БВС в других странах. В США с сертификацией БВС управляющим органом является Федеральная авиационная администрация (FAA). Существует три вида сертификации: сертификат типа, по аналогии с законодательством РФ ведётся для конструкции и воздушного судна и всех составных частей; сертификат производителя — это разрешение на производство изделий, на которые выдан сертификат типа; сертификат летной годности необходим для гражданских судов, не попадающих под 14 CFR, часть 107, а также для судов, не подходящих под определённые исключения, предусмотренные «Специальными полномочиями для определенных беспилотных систем (U.S.C. 44807)» [4]. Перед прохождением процедуры получения сертификата типа необходимо зарегистрировать БВС. Для БВС весом менее 0,55 фунтов (250 грамм) регистрация не нужна, соответственно, и не требуется сертификат типа и летной годности. Для дронов весом до 55 фунтов (25 кг) действует упрощенная система регистрации судов, которая предусмотрена 14 CFR, часть 107, кроме тех случаев, когда БАС используются над людьми. Также упрощенная система сертификации предусмотрена для беспилотных судов, используемых в сельскохозяйственных целях, либо есть возможность получить исключение и для других судов, но необходимо предоставить обоснование этого исключения. С недавнего времени для всех беспилотников, требующих регистрации, необходимо иметь удаленный идентификатор (Remote ID) [5].

Для всех остальных БВС необходимо получение сертификата летной годности, который подразделяется на стандартный и специальный сертификат летной годности. По заявлению FAA большинство БЛА не соответствуют стандартному сертификату летной годности из-за недостаточного регламентирования операций за пределами прямой видимости (BVLOS), а также отсутствия надлежащего обеспечения безопасности полетов в технических возможностях БПЛА [5]. В связи с этим преимущественно выдают специальный сертификат летной годности, который значительно ограничивает эксплуатацию воздушных судов. Наиболее распространенными являются для экспериментальной категории, в которую входят:

- исследования и разработки;
- подтверждение соответствия правилам;
- обучение экипажа;
- выставка;
- обзор рынка.

В странах Европейского союза (ЕС) регулирующим органом является Европейское агентство авиационной безопасности (EASA), в котором БВС подразделяют на три категории: «Открытая», «Особая» и «Сертифицированная» [6]. Правовой основой для гражданских дронов в ЕС являются Регламенты 2019/947 и 2019/945. Эти правила используют подход, основанный на риске, учитывая вес, характеристики и предназначение гражданских дронов.

«Открытая» категория относится к операциям гражданских дронов с низким уровнем риска, где безопасность обеспечивается при условии, что

оператор гражданского дрона выполняет соответствующие требования для его предполагаемой эксплуатации [7]. Эта категория подразделяется на три подкатегории, а именно А1, А2 и А3, в которых разделение идет по весу (максимальный допустимый вес БВС — 25 кг) и ограничению на эксплуатацию над людьми. Эксплуатационные риски в категории 'открытые' считаются низкими, и, следовательно, разрешение на эксплуатацию перед началом полета не требуется.

«Особая» категория охватывает более рискованные операции гражданских дронов, когда безопасность обеспечивается оператором дрона путем получения разрешения на эксплуатацию от национального компетентного органа перед началом эксплуатации [8, 9]. Для получения разрешения на эксплуатацию оператор дрона обязан провести оценку рисков, которая определит требования, необходимые для безопасной эксплуатации гражданского дрона.

Примерами операций беспилотных летательных аппаратов в 'особой' категории являются:

- BVLOS — Вне прямой видимости;
- при использовании дрона с МТОМ (максимальная взлетная масса) > 25 кг;
- полеты выше 120 м над уровнем земли;
- при сбрасывании материала;
- при эксплуатации дрона в городских условиях с массой более 4 кг или без маркировки класса.

Для полетов в определенной категории в качестве оператора беспилотного летательного аппарата и перед началом полета необходимо разрешение на эксплуатацию от Национального авиационного управления (NAA) государства регистрации.

К категории «сертифицированные» относятся операции с наиболее высоким риском, поэтому для обеспечения безопасности всегда требуется сертификация оператора дрона и его беспилотника, а также лицензирование удаленного пилота [10]. Для каждого случая сертификация рассматривается индивидуально, что занимает значительное количество времени. С 1 января 2024 года для всех воздушных судов обязательным условием эксплуатации будет наличие Remote ID.

Также необходимо рассмотреть опыт сертификации и регламентирования в Китайской Народной Республике, основным регулирующим органом является — Управление гражданской авиацией Китая (CAAC).

В Китае нет единого закона, регулирующего беспилотные авиационные системы. Технологическое развитие гражданских БПЛА в Китайской Народной Республике опередило регулирование в этой области. Китайские законодатели отдают предпочтение «ручному» управлению, основанному на постановлениях и решениях местных органов власти. Такой подход способствует естественному развитию отрасли, не создавая ненужных препятствий для ее развития. Однако китайский регулятор вмешивается в случаях, когда новые технологии или лица, использующие БАС, представляют угрозу для государственной или национальной безопасности страны.

Однако с ростом числа беспилотников возникают и новые вызовы в области безопасности и приватности. Китайский регулятор активно работает над разработкой стандартов и нормативных актов, чтобы обеспечить безопасную эксплуатацию и использование БАС. Это включает в себя требования к регистрации и сертификации, контроль

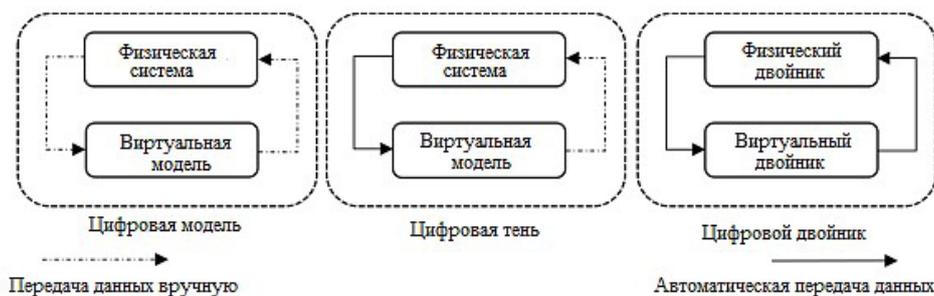


Рис. 1. Сравнение передачи данных между физическими системами и виртуальными моделями в цифровом двойнике, цифровой тени и цифровой модели
 Fig. 1. Comparison of data transfer between physical systems and virtual models in digital twin, digital shadow and digital model

за использованием БВС в чувствительных зонах, а также защиту персональных данных, собираемых БАС.

Хоть и единая законодательная база отсутствует, все же существует необходимость в регистрации БПЛА весом более 250 граммов. Для сертификации на данный момент существуют некоторые требования. Выделим основные из них:

1. Для БАС массой не более 4 кг, а максимальной взлетная масса — не свыше 7 кг, максимальная скорость полета не выше 100 км в час — сертификация не требуется.

2. Для всех БАС, используемых в коммерции, — сертификация необходима.

3. Лица или организации, подавшие на процедуру сертификации, должны предоставить руководство по системе управления летной годностью в сертифицирующий орган.

4. В процессе проведения сертификации проводится:

- исследование документов о летных испытаниях каждого произведенного БВС;

- исследование документов о функциональных испытаниях каждого произведенного двигателя и винта;

- осуществляется калибровка и контроль инспекционного, измерительного и испытательного оборудования.

5. Расчет степени риска системы управления БВС. Для оценки рассматривается в основном риск, связанный со столкновением БВС в полете. Риск столкновения просчитывается на основе двух измерений: уровень энергии БВС и степень вероятности столкновения [11].

Для получения сертификата типа в большинстве рассмотренных случаях необходимо провести множество испытаний, таких как летная годность, защита окружающей среды и управлению безопасностью полетов и др. Прохождение испытаний можно упростить путем внедрения цифрового двойника (ЦД) в разработку БВС [12].

Применение цифрового двойника

По определению ЦД, является системой, состоящей из цифровой модели изделия и двусторонних информационных связей с изделием и (или) его составными частями. Цифровая модель изделия — система математических и компьютерных моделей, описывающая структуру, функциональность и поведение вновь разрабатываемого или эксплуатиру-

емого изделия на различных стадиях жизненного цикла, для которой на основании результатов цифровых и (или) иных испытаний выполнена оценка соответствия предъявляемым к изделию требованиям [13]. ЦД может использоваться на любом этапе жизненного цикла самолета, например, при проектировании, на производстве, в эксплуатации и техническом обслуживании. ЦД может быть реализован как на отдельных компонентах, так и на всей системе, что позволяет получить полное представление о самолете и его отдельных частях. Это позволяет осуществлять мониторинг и анализ на различных уровнях, давая инженерам возможность оценить производительность и состояние конкретных элементов, а также понять общее поведение и взаимодействие внутри системы. Например, ЦД помогает предвидеть, когда устройство может выйти из строя, основываясь на анализе данных, что позволяет повысить производительность за счет профилактического обслуживания. ЦД в различных отраслях промышленности имеет примерно одинаковые особенности и цели применения. Основными компонентами для создания моделей ЦД являются физические тела/процессы, связанные данные и виртуальные модели. По поведению ЦД можно разделить на следующие группы:

1. Статический ЦД; разрабатывается до начала производственного процесса.

2. Динамический ЦД; совершенствуется статическая модель с помощью датчиков реального времени, установленных на изделии. Эти датчики позволяют нам получать доступ к информации в режиме реального времени. Данные, полученные датчиками с физической машины, передаются на виртуальную машину. Виртуальная машина использует обученные модели, основанные на моделировании, чтобы представить необходимую информацию о физической машине. С помощью искусственного интеллекта и анализа данных ЦД получает возможность самостоятельного принятия решений.

Важно различать понятия «цифровой двойник», «цифровая тень» и «цифровая модель». Необходимо учитывать различия в этих определениях, акцентируя внимание на передаче данных между физическими и виртуальными двойниками (рис. 1) [14].

В случае сертификации ЦД можно применить для таких задач:

1. Моделирование работоспособности и совместности всех компонентов БВС.

2. Проверка на соответствие нормам летной годности БВС.

3. Устранение замечаний и уязвимостей, а также повторное моделирование поведения летательного аппарата.

4. Оценка уровня влияния на окружающую среду и человека (шум, предупреждение столкновений, распознавание объектов, резервирование систем, безопасность, план действия в случае непредвиденных обстоятельств).

При внедрении ЦД необходимо учитывать существующие ограничения: в техническом плане необходимо задать критерий соответствия реальной модели с цифровой, а также при формировании цифровой модели и для проведения последующих испытаний на цифровом полигоне необходимо разработать требования достаточности и избыточности информации, получаемой с датчиков; в нормативной сфере необходимо согласование с сертифицирующими центрами о признании цифровых испытаний и совершенствованию правовой базы в этой области.

Так как в России нормативно-правовая база для сертификации БВС находится на начальной стадии развития, то время внедрения БВС в гражданскую и коммерческую эксплуатацию, а также время разработки новейших БВС значительно увеличивается.

ЦД может потенциально предложить решение по упрощению процессов проектирования, конструирования и анализа. Это экономичный по времени и затратам инструмент, помогающий в процессе сертификации, поскольку он помогает инженерам своевременно диагностировать ошибки, анализировать и внедрять конструктивные элементы и авионике.

Заключение

Популярность применения БПЛА в гражданской сфере растет с каждым годом, и за последние годы появились новые вызовы в области воздушной мобильности. В ближайшем будущем произойдет внедрение в повседневную жизнь концепции EVTOL, известного как «летающее такси», для которого также стоит проблема выполнения безопасных автономных полетов в мегаполисах. В этом новом технологическом контексте крайне важно разработать социально приемлемую нормативную базу и правила, которые эффективно решают проблемы и обеспечивают дополнительные возможности.

Список источников

1. О внесении изменений в приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 17 июня 2019 г. № 184: приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 29.05.2023 № 196. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

2. Об утверждении Федеральных авиационных правил «Сертификация авиационной техники, организаций разработчиков и изготовителей. Часть 21»: приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 17 июня 2019 г. № 184 (ред. от 29.05.2023 г.). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3. Российская Федерация. Законы. Воздушный кодекс Российской Федерации от 19.03.1997 № 60-ФЗ (ред. от 08.08.2024). Ст. 8. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4. Code of Federal Regulations. Title 14: Chapter I: Subchapter F: Part 107: small unmanned aircraft systems. Last updated: 27.10.2023. URL: <https://www.ecfr.gov/current/title-14/chapter-I/subchapter-F/part-107> (дата обращения: 20.11.2023).

5. Federal Aviation Administration: Certification. Last updated: 20.07.2022. URL: https://www.faa.gov/uas/advanced_operations/certification (дата обращения: 20.11.2023).

6. European Union Aviation Safety Agency: Operating a drone. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/operating-drone> (дата обращения: 20.11.2023).

7. European Union Aviation Safety Agency: Open Category – Low Risk – Civil Drones. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones-rpas/open-category-civil-drones> (дата обращения: 20.11.2023).

8. European Union Aviation Safety Agency: Specific Category – Civil Drones. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones-rpas/specific-category-civil-drones> (дата обращения: 20.11.2023).

9. Ostrihansky M., Fabisiak S., Fortońska A. [et al.]. The practical and legal aspects of geographical zones for unmanned aircraft systems in Poland — facilitation or complication? // 2023 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS), Warsaw, Poland. 2023. P. 887–894. DOI: 10.1109/ICUAS57906.2023.10156280.

10. European Union Aviation Safety Agency: Certified Category – Civil Drones. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones-rpas/certified-category-civil-drones> (дата обращения: 20.11.2023).

11. Трощинский П. В. Исследование «Регулирование применения БАС: Опыт Китая». URL: https://aeronext.aero/press_room/analytics/142176 (дата обращения: 20.11.2023).

12. Фисенко Е. С. Оценка возможности применения цифрового двойника в процедурах сертификации беспилотных воздушных судов // Второй Междунар. молодеж. конкурс науч. проектов «Стираем границы»: сб. материалов / Мин-во науки и высшего образования Российской Федерации, Российский гос. ун-т им. А. Н. Косыгина (Технологии. Дизайн. Искусство). Москва: Изд-во РГУ им. А. Н. Косыгина, 2024. С. 251–254. ISBN 978-5-00181-547-1.

13. ГОСТ Р 57700.37-2021. Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Введ. 2022–01–01. Москва: Российский институт стандартизации, 2021. 10 с.

14. Fakhraian E., Semanjski S., Semanjski I. [et al.]. Towards Safe and Efficient Unmanned Aircraft System Operations: Literature Review of Digital Twins' Applications and European Union Regulatory Compliance // Drones. 2023. Vol. 7 (7). 478. DOI: 10.3390/drones7070478.

ФИСЕНКО Екатерина Сергеевна, аспирант кафедры «Основы теории механики и автоматического управления» Омского государственного технического университета, г. Омск.
SPIN-код: 6018-9990
ORCID: 0009-0009-9533-9464
ResearcherID: KFS-4649-2024
Адрес для переписки: fisenkokatia@mail.ru

Для цитирования

Фисенко Е. С. Обзор методов сертификации беспилотных воздушных судов // Омский научный вестник. Сер. Авиационно-ракетное и энергетическое машиностроение. 2024. Т. 8, № 3. С. 123–127. DOI: 10.25206/2588-0373-2024-8-3-123-127.

Статья поступила в редакцию 26.04.2024 г.

© Е. С. Фисенко

REVIEW OF CERTIFICATION METHODS FOR UNMANNED AIRCRAFT

E. S. Fisenko

Omsk State Technical University,
Russia, Omsk, Mira Ave., 11, 644050

Certification of high-tech products, such as unmanned aircrafts, occupies a sufficient part of time and material resources for developers and manufacturers, which inevitably leads to the slowdown of production output. The article analyzes the methods of certification of unmanned aircrafts existing at the moment in some countries. It also reveals the existing difficulties in obtaining certification and passing tests to obtain it. In order to simplify the testing, the introduction of digital twin technology as a less resource-consuming procedure is proposed. This article can be useful both for developers and manufacturers, and certification centers.

Keywords: certification, unmanned aircraft, digital twin, digital model, flight tests, airworthiness.

References

1. O vnesenii izmeneniy v prikaz Ministerstva transporta Rossiyskoy Federatsii ot 17 iyunya 2019 g. № 184: prikaz Ministerstva transporta Rossiyskoy Federatsii ot 29.05.2023 № 196 [On Amending the Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation of June 17, 2019 No. 184: Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation of 29.05.2023 No. 196]. Available at «ConsultantPlus». (In Russ.).

2. Ob utverzhdenii Federal'nykh aviatsionnykh pravil «Sertifikatsiya aviatsionnoy tekhniki, organizatsiy razrabotchikov i izgotoviteley. Chast' 21»: prikaz Ministerstva transporta Rossiyskoy Federatsii ot 17 iyunya 2019 g. № 184 (red. ot 29.05.2023 g.) [On Approval of the Federal Aviation Regulations «Certification of Aviation Equipment, Developers and Manufacturers Organizations. Part 21»: Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation of June 17, 2019 No. 184 (ed. from 29.05.2023)]. Available at «ConsultantPlus». (In Russ.).

3. Rossiyskaya Federatsiya. Zakony. Vozdushnyy kodeks Rossiyskoy Federatsii ot 19.03.1997 № 60-FZ (red. ot 08.08.2024). St. 8 [Russian Federation. Laws. Air Code of the Russian Federation from 19.03.1997 No. 60-FZ (ed. from 08.08.2024). Art. 8.]. Available at «ConsultantPlus». (In Russ.).

4. Code of Federal Regulations. Title 14: Chapter I: Subchapter F: Part 107: small unmanned aircraft systems. Last updated: 27.10.2023. URL: <https://www.ecfr.gov/current/title-14/chapter-I/subchapter-F/part-107> (accessed: 20.11.2023). (In Engl.).

5. Federal Aviation Administration: Certification. Last updated: 20.07.2022. URL: https://www.faa.gov/uas/advanced_operations/certification (accessed: 20.11.2023). (In Engl.).

6. European Union Aviation Safety Agency: Operating a drone. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/operating-drone> (accessed: 20.11.2023). (In Engl.).

7. European Union Aviation Safety Agency: Open Category – Low Risk – Civil Drones. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones-rpas/open-category-civil-drones> (accessed: 20.11.2023). (In Engl.).

8. European Union Aviation Safety Agency: Specific Category – Civil Drones. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones-rpas/specific-category-civil-drones> (accessed: 20.11.2023). (In Engl.).

9. Ostrihansky M., Fabisiaak S., Fortońska A. [et al.]. The practical and legal aspects of geographical zones for unmanned aircraft systems in Poland — facilitation or complication? // 2023 International Conference on Unmanned Aircraft Systems

(ICUAS), Warsaw, Poland. 2023. P. 887–894. DOI: 10.1109/ICUAS57906.2023.10156280. (In Engl.).

10. European Union Aviation Safety Agency: Certified Category — Civil Drones. URL: <https://www.easa.europa.eu/en/domains/civil-drones-rpas/certified-category-civil-drones> (accessed: 20.11.2023). (In Engl.).

11. Troshinskiy P. V. Issledovaniye «Regulirovaniye primeneniya BAS: Opyt Kitaya» [Study on «Regulation of ABCs: China's Experience»]. URL: https://aeronext.aero/press_room/analytics/142176 (accessed: 20.11.2023). (In Russ.).

12. Fisenko E. S. Otsenka vozmozhnosti primeneniya tsifrovogo dvoynika v protsedurakh sertifikatsii bespilotnykh vozdushnykh sudov [Assessment of the possibility of using a digital twin in unmanned aircraft certification procedures] *Stiraem granitsy. Erasing Borders*. Moscow, 2024. P. 251–254. ISBN 978-5-00181-547-1. (In Russ.).

13. GOST R 57700.37-2021. Komp'yuternye modeli i modelirovaniye. Tsifrovye dvoyniki izdeliy [GOST P 57700.37-2021. Computer models and simulation. Digital twins of products. General provisions]. Moscow, 2021. 10 p. (In Russ.).

14. Fakhraian E., Semajski S., Semajski I. [et al.]. Towards Safe and Efficient Unmanned Aircraft System Operations: Literature Review of Digital Twins' Applications and European Union Regulatory Compliance // *Drones*. 2023. Vol. 7 (7). 478. DOI: 10.3390/drones7070478. (In Engl.).

FISENKO Ekaterina Sergeevna, Graduate Student of Fundamentals of Mechanics Theory and Automatic Control Department, Omsk State Technical University, Omsk.

SPIN-code: 6018-9990

ORCID: 0009-0009-9533-9464

ResearcherID: KFS-4649-2024

Correspondence address: fisenkokatia@mail.ru

For citations

Fisenko E. S. Review of certification methods for unmanned aircraft // *Omsk Scientific Bulletin. Series Aviation-Rocket and Power Engineering*. 2024. Vol. 8, no. 3. P. 123–127. DOI: 10.25206/2588-0373-2024-8-3-123-127.

Received April 26, 2024.

© E. S. Fisenko