

УДК 621.396.96

DOI: 10.26467/2079-0619-2023-26-1-34-48

Исследование современных подходов к обучению и разработке квалификационных требований к пилоту/оператору беспилотной авиационной системы в соответствии со стандартами ИКАО

К.С. Ермаков¹

*¹Московский государственный технический университет гражданской авиации,
г. Москва, Россия*

Аннотация: В связи с бурным развитием технологии беспилотных авиационных систем (БАС) во всем мире они становятся все более значимыми для применения как в военной, так и в гражданской областях. Значительный рост числа и расширение сферы использования беспилотных летательных аппаратов привели к увеличению потребности в пилотах/операторах беспилотных летательных аппаратов, и таким образом данная профессия стала набирать популярность в авиации. В настоящей статье вначале дается классификация БАС, в том числе с учетом стандартов ИКАО, а также уникальные характеристики. Затем, учитывая текущие требования к квалификации пилота/оператора БАС авиационных властей США, Великобритании, Китая и России, анализируются общие и специальные квалификационные требования, которые включают профессиональные качества, медицинские требования, психологическую оценку, требования к обучению, опыт эксплуатации и взаимодействия. Кроме того, на основе различий между обучением пилотов пилотируемых воздушных судов и пилотов беспилотных летательных аппаратов рассмотрены содержание и методы обучения, включая человеческий фактор и психологическое здоровье, что имеет важное значение при отборе и обучении пилота/оператора БАС.

Ключевые слова: обучение пилотов/операторов беспилотных авиационных систем, классификация БАС, общие и специальные квалификационные требования к пилоту/оператору БАС.

Для цитирования: Ермаков К.С. Исследование современных подходов к обучению и разработке квалификационных требований к пилоту/оператору беспилотной авиационной системы в соответствии со стандартами ИКАО // Научный Вестник МГТУ ГА. 2023. Т. 26, № 1. С. 34–48. DOI: 10.26467/2079-0619-2023-26-1-34-48

Research of modern approaches to training and developing qualification requirements for a pilot/operator of unmanned aircraft system in accordance with the ICAO standards

K.S. Ermakov¹

¹Moscow State Technical University of Civil Aviation, Moscow, Russia

Abstract: Due to the explosive development of unmanned aircraft systems (UASs) technology worldwide, the UAS is becoming increasingly relevant for applications in both military and civilian fields. Good progress in the number and scope of unmanned aerial vehicles utilization has led to a high demand for pilots/operators of unmanned aerial vehicles. Thus, this profession began to gain in popularity in aviation. First, this article outlines the UAS classification considering the ICAO standards as well as unique characteristics. Furthermore, taking into consideration the current requirements for the qualification of the UAV pilot/operator issued by the aviation authorities of the USA, Great Britain, China and Russia, general and special qualification requirements, such as professional qualities, medical requirements, psychological screening, training requirements, operation and cooperation experience, are analyzed. In addition, based on the differences between the training of manned aircraft pilots and UAV pilots, the syllabus and methods of training inclusive of a human factor and physiological health are considered, which is of vital importance for selecting and training the UAS pilot/operator.

Key words: training of pilots/operators of unmanned aircraft systems, UAS classification, general and special qualification requirements for the UAS pilot/operator.

For citation: Ermakov, K.S. (2023). Research of modern approaches to training and developing qualification requirements for a pilot/operator of unmanned aircraft system in accordance with the ICAO standards. Civil Aviation High Technologies, vol. 26, no. 1, pp. 34–48. DOI: 10.26467/2079-0619-2023-26-1-34-48

Введение

В связи с развитием и активным внедрением современных технологий беспилотные авиационные системы (БАС) в военной сфере превратились из вспомогательной в основную силу, которая может осуществлять практически весь спектр операций: наблюдение, разведку, радиоэлектронную разведку и нанесение ударов [1, 2]. В свою очередь беспилотные летательные аппараты (далее – БВС) широко используются в гражданских целях, таких как мониторинг окружающей среды, аэрофотосъемка, метеорология, пожаротушение, пограничное патрулирование, охрана рыболовства, правоохранительная деятельность [3] и пр. Таким образом, БВС стали незаменимыми как в военной, так и в гражданской сферах.

Данные авиационного регулятора США (FAA) показали, что в 2012 году в небе США для проведения авиационной деятельности применялось более 19 000 беспилотных летательных аппаратов. FAA прогнозирует, что в 2030 году в небе США будет летать 30 000 БВС¹. Почти каждый третий самолет, используемый американскими военными, является БВС [4]. Военно-воздушные силы США готовят больше пилотов БВС, чем пилотируемых бомбардировщиков и истребителей вместе взятых. БВС США также готовят больше пилотов БВС, чем любой другой род войск. Ожидается, что в текущем десятилетии индустрия БВС создаст от 100 000 до 200 000 рабочих мест. Между тем такие университеты, как Университет штата Канзас, Университет Северной Дакоты, Авиационный

университет Эмбри-Риддл, предлагают степень бакалавра в области беспилотных летательных аппаратов. Некоторые авиационные предприятия, такие как CAE и Northrop, также предоставляют программу обучения операторов БВС. В Китае администрация гражданской авиации Китая (СААС) подсчитала, что в ближайшем будущем число пилотов БВС превысит 30 000. В настоящее время только 27 органов по сертификации, уполномоченных СААС, были квалифицированы для получения сертификата пилота БВС, который в основном предназначен для небольших БВС.

В Российской Федерации в военной сфере с 2015 году в ВУНЦ БВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» открыт факультет беспилотной авиации, а в сфере гражданской авиации только Московский государственный технический университет гражданской авиации с 2022 года предлагает получить степень бакалавра в области БВС. Также внешний пилот-испытатель БВС и оператор-испытатель средств управления целевой нагрузкой БВС – это новые специальности авиационного персонала экспериментальной авиации (ЭА), которые были введены в Перечень специалистов ЭА РФ приказом Минпромторга России от 22 сентября 2016 года № 3366. Первоначальную подготовку и повышение квалификации специалистов-испытателей, входящих в экипаж БВС, по программам профессиональной переподготовки в соответствии ФАП-1570 (утверждены Минпромторгом России) осуществляет авиационный учебный центр научно-исследовательской (испытательной) организации авиационной промышленности Школа летчиков-испытателей АО «ЛИИ им. М.М. Громова». Она является единственным учебным заведением в России, выполняющим государственную функцию по подготовке специалистов авиационного персонала ЭА для предприятий

¹ Department of Defense, FY2011-2036 [Электронный ресурс] // publicintelligence.net. 2011.108 p. URL: <https://publicintelligence.net/dod-unmanned-systems-integrated-roadmap-fy2011-2036/> (дата обращения: 27.07.2022).

и организаций авиационной промышленности, создающих новую отечественную авиационную технику и ВС гражданского и военного назначения, в том числе и беспилотные. Первый выпуск внешних пилотов-испытателей, прошедших обучение в Школе летчиков-испытателей (ШЛИ) ЛИИ им. М.М. Громова и аттестованных Центральной аттестационной комиссией ЭА в количестве 16 человек, состоялся в 2018 году².

По мере роста спроса пилот/оператор БВС станет популярной профессией как в мире, так и в России. Премьер-министром Российской Федерации Михаилом Мишустинным 5 октября 2021 г. утверждена Концепция интеграции беспилотных воздушных судов в единое воздушное пространство³. Программа рассчитана на три этапа и должна быть полностью реализована к 2030 году. Безопасная интеграция пилотируемых и беспилотных воздушных судов в единое воздушное пространство страны является ключевой задачей, что и предусматривает к 2030 году поэтапную интеграцию беспилотников. В рамках Концепции до 2023 года продлится организационный период по упрощению процедур и снятию ряда ограничений для полетов беспилотных воздушных судов, а также планируется внедрение специальных сервисов для электронной регистрации и учета БВС, установления правил подготовки и выполнения полетов. Далее до 2027 года предусматривается разработка и внедрение новых технологий по обеспечению безопасности полетов БВС, создание необходимой инфраструктуры связи, систем навигации и наблюдения. Также необходимо разработать и утвердить, например, технические требования к систе-

мам и оборудованию по обеспечению безопасности полетов, порядок использования сегрегированного воздушного пространства. До 2030 года планируется завершить создание технической инфраструктуры для обеспечения безопасности, внедрить цифровые технологии управления полетами беспилотных и пилотируемых воздушных судов в не-сегрегированном пространстве, принять необходимые нормативные правовые акты. Важным аспектом концепции является использование экспериментальных правовых режимов (ЭПР) как основного механизма по ее реализации для разработки и внедрения инновационных технологий.

Для успешной реализации концепции потребуется разработать дифференцированные нормы летной годности и допуска к выполнению полетов БАС на основе рискориентированного подхода с учетом рекомендаций ИКАО [5] и лучших международных практик^{4,5,6,7}, что необходимо для сертификации БАС и последующей коммерческой эксплуатации. Также необходимо разработать и внедрить типовые программы подготовки персонала и внешних пилотов, согласованные и утвержденные уполномоченными органами.

² История развития и сегодняшний день беспилотной авиации [Электронный ресурс] // Российские беспилотники RussianDrone. URL: <https://russiandrone.ru/publications/istoriya-razvitiya-i-segodnyashniy-den-bespilotnoy-aviatsii/> (дата обращения: 27.07.2022).

³ Правительство утвердило Концепцию интеграции беспилотников в единое воздушное пространство России [Электронный ресурс] // Правительство России. Официальный сайт. URL: <http://government.ru/news/43502/> (дата обращения: 27.07.2022).

⁴ Doc 7300/9: Конвенция о международной гражданской авиации. 9-е изд. // ИКАО, 2006. 116 с.

⁵ Unmanned aircraft systems beyond visual line of sight aviation rulemaking committee [Электронный ресурс] // Final report. 2022. March 10. URL: https://www.faa.gov/regulations_policies/rulemaking/committees/documents/media/UAS_BVLOS_ARC_FINAL_REPORT_03102022.pdf (дата обращения: 27.07.2022).

⁶ European union aviation safety agency acceptable means of compliance (AMC) and guidance material (GM) to commission implementing regulation (EU) 2019/947. Annex I to ED Decision 2019/021/R [Электронный ресурс] // Annex I to ED Decision 2019/021/R. 2019. October 9. Iss. 1. 130 p. URL: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/AMC%20%26%20GM%20to%20Commission%20Implementing%20Regulation%20%28EU%29%202019-947%20%E2%80%94%20Issue%201.pdf> (дата обращения: 27.07.2022).

⁷ Introduction to ICAO model uas regulations and advisory circulars [Электронный ресурс] // icao.int. URL: <https://www.icao.int/safety/UA/Pages/ICAO-Model-UAS-Regulations.aspx> (дата обращения: 27.07.2022).

Таблица 1
Table 1

Классификация БВС (БАС)
UAV(UAS) classification

Категория	Вес, кг	Высота полета, выше уровня земли, м	Дальность, км	Время полета, ч	Применение
Микро	<2	до 60	<5	<1	разведка, инспекция
Мини	2–20	до 900	<25	1–2	разведка, инспекция
Малые	20–150	до 1500	<50	1–5	разведка, инспекция
Тактические	150–600	до 3000	100–300	4–15	разведка, инспекция
Средняя высота, дальнего действия (MALE – Medium Altitude Long Endurance)	>600	до 13500	>500	>24	разведка, инспекция, военное ударное применение
Высотные, дальнего действия (HALE – High Altitude Long Endurance)	>600	до 18 000	Практически неограниченна	>24	разведка, инспекция, военное ударное применение, ретрансляция сигналов

В данной статье нами рассматриваются основные аспекты, связанные с квалификацией и обучением пилотов/операторов БВС. Во-первых, излагаются классификация и эксплуатационные характеристики БВС. Затем, в соответствии с требованиями действующих правил, обсуждаются требования к квалификации пилота/оператора БВС. Наконец, в последнем разделе предлагаются методы и содержание программ обучения, также в области человеческого фактора и психологического здоровья, что имеет важное значение при отборе и обучении пилота/оператора БВС.

1. Классификация и эксплуатационные характеристики БВС (БАС)

1.1. Классификация БВС (БАС)

В настоящее время из-за разнообразия весовых, габаритных, эксплуатационных и летных характеристик не существует единой международной классификации БВС. Как правило, БВС классифицируются по максимальной взлетной массе, высоте, времени полета, виду использования и дальности полета (табл. 1).

В то же время в соответствии с результатами, полученными профильной рабочей группой Международной организации гражданской авиации (ИКАО) и консультативной группой ИКАО по беспилотным авиационным системам (UAS-AG)⁸, нами была составлена следующая обобщенная классификация БВС по максимальной взлетной массе входящих в их состав беспилотных воздушных судов (табл. 2).

Также на основании рекомендаций ИКАО⁹ нами приводится классификация БВС (БАС) гражданского применения по видам авиационных работ:

- транспортные работы;
- авиационные работы по оказанию медицинской помощи и проведению санитарных мероприятий;
- авиационные монтажные и буксировочные работы;

⁸ Unmanned aircraft systems advisory group (UAS-AG) [Электронный ресурс] // icao.int.
URL: [https://www.icao.int/safety/UA/Pages/Unmanned-Aircraft-Systems-Advisory-Group-\(UAS-AG\).aspx](https://www.icao.int/safety/UA/Pages/Unmanned-Aircraft-Systems-Advisory-Group-(UAS-AG).aspx) (дата обращения: 27.07.2022).

⁹ Cir 328: Unmanned aircraft systems (UAS) // ICAO, 2011. 38 p.

Таблица 2
Table 2

Классификация БВС (БАС) ИКАО
ICAO UAV (UAS) classification

Категория	Вес БВС, кг	Уровень регулирования
Малые БВС (БАС)	До 25	Национальный
Легкие БВС (БАС)	От 25 до 150	Национальный
БВС (БАС)	Более 150	ИКАО, наднациональный

- авиационное распределение веществ и биологических объектов (в том числе внесение агрохимикатов, экологические работы, тушение пожаров и пр.);
- воздушные съемочные работы – аэрофото-съемка, киносъемка, многоспектральная съемка, дистанционное зондирование земли;
- воздушное наблюдение (за состоянием сельхозугодий, объектов инфраструктуры, массовыми мероприятиями и пр.) и патрулирование, летные проверки, поисковые работы.

1.2. Эксплуатационные характеристики БВС (БАС)

В связи с тем что большинство БАС управляются через каналы передачи данных, их функционирование имеет специфические особенности. Во-первых, поскольку пилот/оператор БВС управляет БВС по каналу передачи данных со станции дистанционного управления, которая может быть расположена на значительном удалении, в том числе и вне зоны прямой видимости, даже в сотнях или тысячах километров, то очевидно, что необходимо обеспечить высокую пропускную способность каналов обмена данными при минимальной задержке сигнала. Данные требования оказывают существенное влияние на успешное выполнение полета. То есть чем более автономным является управление, тем большие требования предъявляются к оператору. Во-вторых, продолжительность полета может варьироваться от нескольких минут до более чем суток, а также на выполнение по-

лета оказывает влияние целый ряд неблагоприятных обстоятельств внешней среды. Например, для БАС типа HALE пилот/оператор должен следить за экранами, показывающими критически важные параметры всей системы, что для оператора утомительно и рутинно. В-третьих, любой полет для крупных БВС, как правило, не может быть успешно выполнен одним человеком, а требует совместной работы целой команды операторов. Например, чтобы успешно выполнить боевую задачу БВС типа Global Hawk требуется шесть операторов, которые контролируют 13 экранов и работают на шести рабочих местах на станции управления¹⁰.

Кроме того, если сравнивать с выполнением полета пилотом пилотируемого воздушного судна [6, 7], то пилот/оператор БВС: не находится на борту, а непосредственно управляет БВС с наземной станции управления полетом (НСУП), не может получить такое же качество и объем информации о ходе полета.

Это обусловлено тем, что пилот/оператор БВС теряет большую часть сенсорной информации – зрительной, звуковой, кинетические ощущения, а также у него нет прямой обратной связи в зависимости от условий полета, таких как погода, задымление, вибрация летательного аппарата, силы тяжести и ускорения, когда пилот/оператор перемещает органы управления. Он контролирует БВС

¹⁰ Northrop Grumman RQ-4 Global Hawk [Электронный ресурс] // wikipedia.org. URL: [https://en.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_RQ-4_Global_Hawk#Specifications_\(RQ-4B_Block_30/40\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_RQ-4_Global_Hawk#Specifications_(RQ-4B_Block_30/40)) (дата обращения: 27.07.2022).

только с помощью бортовых датчиков и камеры, получая информацию, отображаемую на экране НСУП. Вся информация и состояние БВС могут быть получены пилотом/оператором БВС исключительно с помощью радиотелеметрии, сотовой или спутниковой связи, а все маневры, которые выполняет пилот, передаются только по линии связи для передачи данных на БВС. Наконец, пилот/оператор БВС чувствует себя изолированным от летательного аппарата и испытывает недостаток в традиционной, физической обратной связи. Таким образом, из-за наличия различных типов БАС имеющих уникальные индивидуальные характеристики к пилоту/оператору БВС должны предъявляться, возможно, даже более высокие требования, чем к пилоту пилотируемого воздушного судна.

2. Квалификационные требования к пилоту/оператору БВС (БАС)

2.1. Обзор текущих требований авиационных властей

В настоящее время авиационные власти по всему миру стремятся законодательно закрепить правила и положения для БВС не только о процессе летной и технической эксплуатации [8], но и о процессе сертификации. Европейское агентство авиационной безопасности (EASA) опубликовало A-NPA 2015-10 «Введение нормативной базы для эксплуатации беспилотных летательных аппаратов» в 2015 году¹¹, в котором говорится, что пилот БВС должен получить сертификат на выполнение полетов. В целях обеспечения безопасности полетов Федеральное авиационное управление (FAA) разработало временное Руководство по выполнению полетов (Interim Operational Approval Guidance) 08-01: Эксплуатация беспилотных авиационных систем в Национальной системе воздушного простран-

ства США в 2008 году¹², впервые предложив требования к пилоту/оператору БВС, в котором говорится, что пилот должен иметь лицензию. В 2011 году FAA опубликовало приказ 8130.34В о сертификации летной годности беспилотных авиационных систем и, возможно, пилотируемых воздушных судов¹³, в котором содержится требование о том, что пилот БАС должен иметь свидетельство как минимум частного пилота FAA и действительный медицинский сертификат летчика второго класса (или выше). В разделе 333 Закона о модернизации и реформе FAA от 2012 года также говорится, что пилот БВС должен иметь лицензию пилота, медицинскую справку или действительные водительские права. Уведомление о предлагаемом нормотворчестве для малых БВС (NPRM), выпущенное FAA в 2015 году¹⁴, четко определяет квалификацию и обязанности пилота, управляющего легкими БВС весом менее 25 кг. Для военных существует Регламент армии США 95-23: Правила полетов беспилотных летательных аппаратов, требующий, чтобы оператор БВС прошел обучение и оценку. В документе DEFSTAN00-970 «Требования к конструкции и летной годности для служебных самолетов», часть 9 «Системы беспилотных летательных аппаратов», выпущенном министерством обороны Великобритании в 2013 году, указывается, что оператор БВС может не иметь опыта управления пилотируемыми самолетами. В 2002 году Управление по безопасности гражданской авиации (CASA) в Австралии

¹¹ Introduction of a regulatory framework for the operation of drones [Электронный ресурс] // easa.europa.eu. URL: <https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/A-NPA%202015-10.pdf> (дата обращения: 27.07.2022).

¹² Unmanned aircraft systems operations in the U.S. national airspace system [Электронный ресурс] // hsd.org. URL: <https://www.hsd.org/?view&did=723339> (дата обращения: 27.07.2022).

¹³ 8130.34B – Airworthiness certification of unmanned aircraft systems and optionally piloted aircraft document information [Электронный ресурс] // Federal Aviation Administration. URL: https://www.faa.gov/regulations_policies/orders_notices/index.cfm/go/document.information/documentID/1019693 (дата обращения: 27.07.2022).

¹⁴ Unmanned aircraft systems (UAS) [Электронный ресурс] // Federal Aviation Administration. URL: https://www.faa.gov/regulations_policies/rulemaking/recently_published (дата обращения: 27.07.2022).

опубликовало «Правила безопасности гражданской авиации» (CASR) AC101-1 «Беспилотные летательные аппараты и ракеты: эксплуатация беспилотных летательных аппаратов (БВС), технические характеристики, техническое обслуживание и обучение персонала»¹⁵, в которых содержится требование к оператору, намеревающемуся осуществлять коммерческие операции с использованием БВС, иметь сертификат эксплуатанта. В Китае, рассматривая развитие беспилотных летательных аппаратов¹⁶, СААС еще в 2013 году издал Временное положение об управлении пилотами гражданских беспилотных летательных аппаратов, которое является руководством для пилотов гражданских беспилотных летательных аппаратов и содержит конкретные требования к сертификату пилота, знаниям и эксплуатации. В 2015 году СААС издал Временную административную процедуру для эксплуатации гражданских БВС для коммерческой авиации общего назначения, в которой указано, что оператор, который управляет БВС весом более 7 кг, осуществляющим полеты на высоте более 500 метров, радиусом полета более 500 метров, должен иметь сертификат об обучении или лицензию. С 2016 года Требования к управлению стандартами полетами гражданской авиации обязывают, чтобы оператор БАС обладал соответствующей технической квалификацией и проходил профессиональную подготовку, а БАС должен быть включен в систему управления авиацией общего назначения¹⁷.

Таким образом, действующие международные правила БАС содержат только общие тре-

бования к пилоту/оператору БАС. Не существует согласованных и подробных требований к квалификации пилота/оператора БВС, и отрасли критически важно выработать единые квалификационные требования управления подготовкой пилота/оператора БВС.

2.2. Квалификационные требования

По аналогии с действующими правилами летной годности и взаимодействия между оператором и системой во время эксплуатации воздушных судов для квалификации пилота/оператора БВС следует учитывать несколько факторов, в том числе профессиональные качества, медицинские требования, психологическую оценку, требования к обучению, опыт работы и координация.

2.2.1. Профессиональные качества

Профессиональный и квалифицированный пилот/оператор БВС должен обладать пятью качествами, включая профессиональную преданность делу, чувство долга, самоконтроль, энтузиазм в работе, логичность (рациональность). Кроме того, пилот/оператор БВС должен быть не моложе 18 лет, быть физически подготовленным, хорошо разбираться в теории аэронавигации и действующих авиационных правилах.

2.2.2. Медицинские требования

По сравнению с пилотом пилотируемого воздушного судна в настоящее время пилот/оператор БВС может иметь медицинскую справку, но она не является обязательной¹⁸. Безусловно, необходимо иметь хорошее зрение, но оно может быть хуже, чем у пилота пилотируемого летательного аппарата. Медицинские требования могут отличаться из-за разнообразия типов БВС. Для небольших БВС, эксплуатируемых в прямой видимости, может быть достаточно медицинской справки, как для получения водительских прав. Тем не менее, например, в США для более

¹⁵ Advisory circular (AC) 101-1 [Электронный ресурс] // icao.int. URL: <https://www.icao.int/safety/UA/UAID/Documents/AC%20101-1.pdf> (дата обращения: 27.07.2022).

¹⁶ Low level operation of light and small unmanned aircraft systems [Электронный ресурс] // droneregulations.info. URL: <https://droneregulations.info/China/CN.html> (дата обращения: 27.07.2022).

¹⁷ Management requirements for the translated airworthiness documents of civil aeronautical products and articles [Электронный ресурс] // caac.gov. URL: http://www.caac.gov.cn/en/ZCFG/ZCXWJ/GLWD/201602/t20160226_29239.html (дата обращения: 27.07.2022).

¹⁸ Cir 328: Unmanned aircraft systems (UAS) // ICAO, 2011. 38 p.

крупных беспилотных летательных аппаратов оператор должен иметь действительный медицинский сертификат второго или третьего класса, описанный в 14 CFR, часть 67 «Медицинские стандарты и сертификация»¹⁹. Для операторов, которые отвечают за планирование маршрута выполнения полета, передачу данных и полезную нагрузку, медицинские требования могут быть упрощены в зависимости от должности.

2.2.3. Психологическая оценка

В последние годы число авиационных происшествий, вызванных психологическими проблемами пилотов, растет, но не все авиакомпании уделяют серьезное внимание психологическому здоровью. Международная организация гражданской авиации (ИКАО) уделяет этому много внимания, но по данному вопросу все еще недостаточно разработано нормативных актов или проведено научных исследований. Еще в 2013 году FAA опубликовало отчет о расследовании авиационных происшествий, в котором указано, что в 2758 авиационных происшествиях в период с 2002 по 2012 год произошло 8 несчастных случаев, вызванных самоубийством пилота [9, 10]. Согласно окончательному отчету о расследовании Французского бюро расследований и анализа безопасности гражданской авиации (BEA) крушение рейса 9525 авиакомпании Germanwings было преднамеренно вызвано вторым пилотом, у которого были симптомы психотической депрессии, который лечился от суицидальных наклонностей²⁰. Эти несчастные случаи заставляют авиакомпанию и авиационные власти уделять больше внимания психологическому здоровью пилотов.

¹⁹ Aeronautics and space [Электронный ресурс] // ecfr.gov. URL: <https://www.ecfr.gov/current/title-14/chapter-I/subchapter-D/part-67?toc=1> (дата обращения: 27.07.2022).

²⁰ Accident on 24 March 2015 at Prads-Haute-Bléone (Alpes-de-Haute-Provence, France) to the Airbus A320-211 registered D-AIPX operated by Germanwings [Электронный ресурс] // Final Report. URL: https://bea.aero/uploads/tx_elydbrapports/BEA2015-0125.en-LR.pdf (дата обращения: 27.07.2022).

Аспекты, касающиеся психологии пилота/оператора БВС, и выпущенные правила БВС не ссылаются на психологические требования в квалификационных требованиях и недостаточно исследованы, что обусловлено малым количеством научных статей по данному вопросу. В 2014 году БВС США провели исследование психологической оценки кандидатов на обучение пилотов дистанционно пилотируемых транспортных средств (RPV) и впервые предложили стандартизированное тестирование личности перед обучением. В тестировании личности использовался метод (NEO-PI-R), который оценивает кандидатов по пяти основным личностным характеристикам: невротизм, экстраверсия, открытость, уступчивость и добросовестность. В исследовании приняли участие 7682 участника, которые прошли обучение пилотируемому или беспилотному пилотированию в период с 2009 по 2013 год [4]. Исследование показало, что кандидаты на обучение пилотов RPV с большей вероятностью сохраняют спокойствие под давлением, медленнее впадают в гнев, менее склонны к чувству грусти и безнадежности, имеют более высокую самооценку и считают себя более способными справляться с трудными ситуациями.

По мере повышения уровня информатизации и автоматизации БВС физическая нагрузка на пилота/оператора БВС снижается, но умственная нагрузка увеличивается, особенно в чрезвычайных, специальных и ответственных миссиях. Если подобные проблемы не будут решаться оперативно, это может оказать влияние на психическое здоровье оператора и, соответственно, на уровень безопасности полетов. Таким образом, при отборе пилота/оператора БВС необходимо оценивать психологическое состояние кандидатов, которое включает ряд следующих факторов: уровень добросовестности, ответственность, ориентацию на достижение результата, коммуникабельность, эмоциональную стабильность, уверенность в себе, самоуважение, самодисциплину, а также регулярное посещение психологических консультаций, все это необходимо для обеспечения безопасности полетов.

2.2.4. Требования к обучению

Общемировой опыт показывает, что для пилота малого БВС необходимо сдать экзамен по теории авиации, пройти простое вариативное обучение и получить сертификат или лицензию в соответствии с национальными требованиями авиационных правил [11, 12]. Согласно, например, правилам авиационных властей США пилот БВС должен иметь водительские права. Для БВС выше тактического уровня пилот/оператор должен иметь образование уровня бакалавра в области авиации или инженерии, пройти профессиональную программу подготовки пилотов, изучить аэронавигационные дисциплины и иметь необходимый налет часов. Для оператора БВС, служащего в армии, полиции и госслужбе, необходимо иметь лицензию пилота с определенным налетом часов, а принимая участие в боевых операциях или будучи связанным с местом преступления, военный или полицейский оператор должен посещать психологические консультации [13] для подтверждения, что его психическое состояние находится на должном уровне для эффективного выполнения поставленной задачи.

2.2.5. Опыт летной и технической эксплуатации

В связи с тем что экипаж БВС не находится на борту, эксплуатационные характеристики и управление БВС отличаются от пилотируемых воздушных судов. Как правило, экипажи беспилотных летательных аппаратов находятся на наземных пунктах управления полетом, которые могут находиться на значительном удалении от БВС. Также, как правило, БВС управляется посредством предварительно загруженной программы полета, а не непосредственно оператором. Таким образом, пилот/оператор БВС должен пройти специальную подготовку, чтобы обеспечить безопасность полета в условиях, когда система управления БВС находится в изолированной среде [14]. Если оператор небольших БВС может не иметь большого опыта выполнения полетов в зоне прямой видимости, то для более крупных БВС, особенно для применения

в военных или служебных целях, оператору необходимо иметь значительный опыт для обеспечения успешного выполнения задания и безопасности полетов.

2.2.6. Координация

Поскольку в последние годы разработка и применение БВС расширяются, то возрастает необходимость их взаимодействия в воздушном пространстве с другими БВС, пилотируемыми летательными аппаратами, беспилотными наземными аппаратами и беспилотными надводными и подводными аппаратами. Очевидно, что пилот/оператор БВС должен быть знаком не только с летной и технической эксплуатацией БВС, но также и с эксплуатационными характеристиками других транспортных средств, проходить систематическую подготовку по взаимодействию с разными типами аппаратов перед выполнением полета.

Полагаем, что квалификационные требования к пилоту/оператору БВС (БАС) и нормативная база требуют постоянной доработки в соответствии с внедрением технологий и изменений в законодательство.

3. Обучение пилотов/операторов БВС (БАС)

В настоящее время в соответствии с приказом Минтранса РФ типовую программу обучения для специалистов по эксплуатации БАС планируется утвердить 1 марта 2023 года. Проект находится на стадии публичных обсуждений²¹. Ключевыми аспектами проекта программы являются следующие.

Выделено три рабочих программы с двумя квалификациями:

- «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно беспилотное воздушное судно с максимальной взлетной массой 10 кг и ме-

²¹ Формирование окончательного варианта текста проекта нормативно-правового акта [Электронный ресурс] // Проект. URL: <https://regulation.gov.ru/projects#npa=130645> (дата обращения: 27.07.2022).

нее». Срок обучения – 72 академических часа;

- «Специалист по эксплуатации беспилотных авиационных систем, включающих в себя одно или несколько беспилотных воздушных судов с максимальной взлетной массой 30 кг и менее». Срок обучения – 144 академических часа.

Программа переподготовки с первой квалификации на вторую. Срок обучения – 72 академических часа.

Обучаться по программам смогут лица, имеющие среднее общее образование, среднее профессиональное образование и (или) высшее образование, а также получающие среднее профессиональное и (или) высшее образование.

Весь процесс обучения поделен на три этапа и пять модулей.

1. Теоретическая подготовка, модули: «Общая нормативно-техническая информация», «Устройство и эксплуатация БАС» и «Теоретическая часть наземной подготовки на вид БАС».

2. Наземная практика, модуль «Практическая часть наземной подготовки на БАС».

3. Летная практика, модуль «Летная практика на БАС».

Предполагается, что первый этап может быть пройден в очной или очно-заочной форме с возможностью применения электронного обучения и дистанционных образовательных технологий.

Очевидно, что существует разница в подходе к обучению пилотов БВС и пилотируемых воздушных судов [6, 7]. Во-первых, без наличия человека на борту оператор БВС (БАС), находясь в НПУП, определяет местоположение и управляет БВС (БАС). Во-вторых, у пилота БВС (БАС) нет физических ограничений, навыки управления отличаются, что требует совершенно других требований. В-третьих, БВС (БАС) управляется командой, включая пилота, оператора полезной нагрузки, оператора канала передачи данных, оператора планирования задания и другой вспомогательный персонал, что требует дифференцированного подхода к ответственно-

сти каждого члена команды и содержанию программ обучения. В-четвертых, существуют различные типы БВС (БАС), требующие учитывать разнообразные аспекты обучения. Таким образом, содержание и методы обучения пилотов/операторов БВС (БАС) должны учитываться в каждом конкретном случае.

Как и при обучении пилотов пилотируемых воздушных судов, пилоту/оператору БВС (БАС) также необходима практическая летная подготовка. Использование при обучении только реальных физических БВС имеет два недостатка. Первый из них – повышенный риск авиационного происшествия, так как пилот пилотируемого воздушного судна при появлении неисправности может предпринять определенные физические действия для снижения вероятности возникновения авиационного происшествия. Однако если сбой или неисправность произойдет во время полета БВС, то скорее всего наиболее вероятным последствием будет его крушение. Второй – растущая стоимость БВС (БАС) при постоянно увеличивающейся сложности, особенно это характерно для больших БВС. Таким образом, использование реальных БВС для обучения приведет к значительному увеличению расходов на обучение и потребует привлечения дополнительного количества преподавательского персонала. Также обучение на реальных БВС (БАС) приведет к повышенному износу или повреждению БВС (БАС) из-за возможной неправильной эксплуатации при обучении, что может увеличить расходы на запасные части и на техническое обслуживание БВС (БАС).

Учитывая все эти факторы, обучение пилота/оператора БВС должно включать теоретическую подготовку, обязательное обучение на тренажере, обучение управлению малыми БВС и специализированное обучение, что должно охватывать практически все учебные предметы, снижать риски и затраты на обучение, повышать эффективность и уменьшать ненужный ущерб из-за человеческих ошибок. Основное содержание и методы обучения пилота/оператора БВС (БАС) приведены в табл. 3.

Таблица 3
Table 3

Основное содержание и методы обучения пилотов/операторов БВС (БАС)
Syllabus and methods of training UAV (UAS) pilots/operators

ПП	Курс	Дисциплина	Содержание	Метод и оборудование
1	Теоретическое обучение	Базовые знания	Аэродинамика, принцип полета, управление полетом, управление воздушным движением, правила полета, критические метеорологические условия и т. д.	Теоретические лекции, каждая тема преподается преподавателями/экспертами. Психологическое здоровье преподается профессиональным авиационным психологом, а целенаправленная психологическая подготовка была интегрирована в тренажеры и реальные полеты. Согласно отчетам о расследованиях несчастных случаев, вызванных человеческим фактором, введение проблем с человеческим фактором в эксплуатацию беспилотных летательных аппаратов, предоставление соответствующих рекомендаций при обучении эксплуатации
		Введение в БАС	Разработка, категории и применение БАС, проблемы и развитие технологии	
		Компоненты БВС (БАС)	БАС, наземный пункт управления полетом, каналы передачи данных, полезная нагрузка, вспомогательное оборудование, человеческий фактор	
		Задания БАС	Типичный анализ задач и данных, планирование миссии, процедуры завершения миссии	
		Безопасность полетов	Анализ рисков, управление безопасностью полетов, сценарии аварийных ситуаций	
		Нормативные документы	ИКАО, Росавиация, FAA, НАТО, EASA, Китай, Великобритания и т. д.	
		Расследование АП	Типичные отчеты о расследованиях АП БАС и пр.	
		Психологическое здоровье	Базовые знания авиационной психологии, психологический тренинг, управление стрессом, кейсы (тематические исследования)	
2	Обучение на тренажере	Человеческий фактор	Базовые знания, человеческие ошибки и безопасность, эргономика, кейсы (тематические исследования)	Учебный тренажер, имитация от анализа миссии до планирования пути, от контроля до дебрифинга, под руководством профессионального инструктора
		Вступление	Компоненты, функциональность БАС, эксплуатационные процедуры	
		Летные навыки	Базовые операции, планирование миссии, взлет и посадка, аварийная посадка и т. д.	
		Моделирование типичных задач	Краткие постановки задач и разбор полетов, тренажерная подготовка, анализ данных, электронные/бумажные отчеты	
3	Производство полетов малого БВС	Совместное обучение	Совместная тренировка команды операторов беспилотных летательных аппаратов по выполнению типичного задания	Винтокрылые или небольшие беспилотные летательные аппараты с фиксированным крылом, отчеты о расследованиях военных и гражданских авиационных властей
		Летные навыки	Технические навыки, взлет, набор высоты, полет, посадка и восстановление, аварийная посадка	
4	Специализированное обучение	Взаимодействие	Имитация взаимодействия с командиром, диспетчером УВД и другим персоналом	Использование специальной зоны/площадки, специальных БВС. Использование учебно-тренировочных самолетов, таких как, например, AN-2, Cessna 172 или TB-20
		Специальная предметная подготовка	Нацелено на БВС специального назначения, например на БВС, предназначенные для тушения лесных пожаров (запуск огнетушителей, перезарядка, замена полезной нагрузки, обнаружение пожара и т. д.)	
4	Специализированное обучение	Особенности выполнения полетов	Для оператора более крупного БВС, пилотирующего пилотируемый летательный аппарат, сравнивая разницу в управлении между БВС и пилотируемым воздушным судном	

Согласно статистике и отчетам о расследованиях авиационных происшествий психологическое здоровье и человеческие ошибки являются двумя основными факторами, влияющими на безопасность полетов. Но для обучения пилотов/операторов БВС (БАС) эти факторы еще недостаточно исследованы. Таким образом, психологическое здоровье и человеческий фактор в обучении пилотов/операторов БВС (БАС) требуют дальнейшего изучения.

3.1. Психологическое здоровье

Улучшение психологического здоровья необходимо летному составу, чтобы снять усталость, повысить эффективность работы и лучше справляться с нагрузками. Эксперты отмечают, что наличие психологических проблем при выполнении полета затруднительно определить при психологической оценке на этапе приема на работу [15]. Пилоты пилотируемых воздушных судов регулярно проходят психологические тренинги и посещают консультации. Таким образом, тренинги по психологическому здоровью должны быть включены в программу обучения пилотов/операторов БВС. Тренинги должны проводиться авиационным психологом, учебный план должен формироваться с учетом особенностей выполнения полетов, возраста и текущего психического состояния пилота, для того чтобы помочь освоить необходимые методы по устранению негативных эмоций. Содержание тренинга по психологическому здоровью возможно разбить на три части. Во-первых, авиационные психологи знакомят с основами авиационной психологии и на основе отчетов по расследованию авиационных происшествий БВС, вызванных человеческим фактором, обсуждают с пилотом важность психологических факторов при эксплуатации БВС. Во-вторых, пилоту объясняют современные методы психической тренировки. Необходимо обучать пилота/оператора БВС таким аспектам, как внимание, память и мышление, используя виртуальные тренажеры и реальный полет. Также пилот/оператор БВС должен быть подготовлен к управлению в аварийной ситуации. В-третьих, пилоту/оператору следу-

ет овладеть методами управления стрессом и своими эмоциями, нормализации сна, использования физических упражнений, в том числе и для саморасслабления. Все это необходимо, чтобы пилот/оператор БВС смог эффективно выполнить запланированное задание.

3.2. Человеческий фактор

Статистика показывает, что почти 40 % авиационных происшествий с БВС (БАС) могут быть связаны с человеческими ошибками или нарушением процедур эксплуатации²². Исследования ряда экспертов [15] показывают, что плохая осведомленность о ситуации была связана с ошибками оператора в серии тренировочных заданий. Например, при крушении военных БВС частично причиной аварий становилось сужение фокуса внимания, особенно во время действий по наведению на цель. Одновременно увеличивалась частота сердечных сокращений пилота и умственная нагрузка. Разница между выполнением полета одним и двумя операторами указывает на то, что для эффективного выполнения поставленной задачи только одного оператора БВС (БАС) недостаточно. Таким образом, необходимо включить программу «Человеческий фактор» в программу обучения пилотов/операторов БВС, которая необходима для повышения безопасности полетов и эффективности работы, повышения уровня контроля оператора за полетом и уменьшения количества несчастных случаев из-за несогласованных действий экипажа. Полагаем, что учебная программа по человеческому фактору должна состоять из четырех частей. Во-первых, пилот/оператор БВС должен изучить основные положения дисциплины о человеческом факторе: ограничения при взаимодействии членов экипажа в когнитивных процессах, таких как зрение, слух, осведомленность о ситуации, принятие решений,

²²Drone incident management at aerodromes. Part I: The challenge of unauthorised drones in the surroundings of aerodromes [Электронный ресурс] // icao.int. URL: <https://www.icao.int/safety/UA/Pages/EASA---Drone-Incident-Management-at-Aerodromes.aspx> (дата обращения: 27.07.2022).

внимание и рабочая нагрузка. Во-вторых, с точки зрения проектирования и эксплуатации БВС (БАС) инструктор должен ознакомить пилота/оператора с эргономическими факторами, влияющими на работу БВС (БАС), такими как человеко-машинный интерфейс, система управления, система отображения и внутренняя среда в НПУП. В-третьих, объединив концепцию о человеческой ошибке с отчетами о расследовании авиационных происшествий БВС (БАС), инструктор совместно с пилотом проанализирует, как человеческая ошибка влияет на безопасность полетов, и предложит рекомендации для предотвращения человеческих ошибок. Четвертая часть может быть посвящена анализу проблем человеческого фактора, которые могут повлиять на безопасность полетов и эффективность эксплуатации, таких как рабочая нагрузка, осведомленность о ситуации, распределение функций между человеком и машиной, проблемы с уровнем контроля оператора, а также предоставление соответствующих рекомендаций и обучения по наиболее распространенным кейсам. Целью программы обучения человеческому фактору пилота/оператора БВС является осознание важности человеческого фактора в эксплуатации БВС для снижения вероятности возникновения авиационных происшествий при эксплуатации БВС и повышения безопасности полетов.

Таким образом, нами предложены основные методы и содержание обучения, а также подробно рассмотрены содержание таких дисциплин, как человеческий фактор и психологическое здоровье при эксплуатации БВС (БАС). По мере развития и внедрения технологий БАС и повышения автоматизации определение и ответственность пилота/оператора БАС также потребуют внесения изменений, что приведет к формированию новых требований к обучению пилота/оператора БАС.

Выводы

По мере развития технологий беспилотных летательных аппаратов военная и гражданская авиация будут все больше полагаться

на БВС, и профессия пилота/оператора БВС станет все более распространенной. В настоящее время уделяется все больше внимания изучению квалификационных требований и вопросам обучения пилотов/операторов БВС, что может повысить уровень безопасности полетов и способствовать ускоренной разработке и широкому применению БАС. Тенденция развития БАС заключается в том, что БАС имеет возможность перехода к выполнению полностью автоматического полета, что снизит нагрузку на пилота/оператора БАС, но повысит требования к их квалификации. Поддержание необходимого уровня квалификации и непрерывное обучение пилота/оператора БАС в связи с быстрым развитием и широким применением БАС будет играть ключевую роль в развитии авиации.

Список литературы

1. Синяткин Д.А., Божков А.Ю., Горчаков М.А. Создание многофункциональных беспилотных летательных аппаратов: пути решения проблемных вопросов // Военная мысль. 2018. № 10. С. 86–91.
2. Николаев А.Б., Лопота А.В. Современные тенденции развития роботизированных комплексов. Беспилотные летательные аппараты. СПб.: Государственный научный центр Российской Федерации «ЦНИИ робототехники и технической кибернетики», 2016. 17 с.
3. Быков А.И. К некоторым вопросам правового регулирования полетов беспилотных летательных аппаратов на территории Российской Федерации // Вестник ВГУ. Серия: Право. 2018. № 4 (35). С. 194–199.
4. Chappelle W. Personality test scores that distinguish U.S. air force remotely piloted aircraft “drone” pilot training candidates / W. Chappelle, J. Swearingen, T. Goodman, W. Thompson [Электронный ресурс] // Final Report for October 2013 to February 2014. URL: <https://cryptome.org/2014/09/drone-pilot-personality.pdf> (дата обращения: 27.07.2022).
5. Горобец В.Д., Ермаков К.С. Воздушное право. Часть 1: учеб. пособие для вузов. М.: МГТУ ГА, 2014. 276 с.

6. **Русакова Е.Р., Ермаков К.С.** Организация летной работы: учеб. пособие. М.: МГТУ ГА, 2014. 276 с.

7. **Козлов А.И., Ермаков К.С.** Производство полетов воздушных судов. Подготовка и выполнение полетов: учеб. пособие. М.: МГТУ ГА, 2014. 344 с.

8. **Зевин В.В., Тупик Г.В., Расщепкин И.А.** Опыт подготовки специалистов беспилотной авиации в Вооруженных Силах Российской Федерации // Военная мысль. 2019. № 12. С. 126–132.

9. **Lewis R.J.** Aircraft-assisted pilot suicides in the United States, 2003–2012 / R.J. Lewis, E.M. Forster, J.E. Whinnery, N.L. Webster [Электронный ресурс] // Final Report. 2014. 8 p. URL: https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/data_research/research/med_humanfacs/oamtechreports/201402.pdf (дата обращения: 27.07.2022).

10. **Weed D.B.** Identification and comprehension of symbolic exit signs for small transport-category airplanes / D.B. Weed, L.N. Pas-koff, D.J. Ruppel, C.L. Corbett, G.A. McLean [Электронный ресурс] // Final Report. 2014. 16 p. URL: https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/data_research/research/med_humanfacs/oamtechreports/201403.pdf (дата обращения: 27.07.2022).

11. **Великанов А.В., Тищенко А.И.** Управляем беспилотником. Система подготовки специалистов беспилотной авиации в военном ВУЗе ВКС // Вестник военного образования. 2020. № 3 (24). С. 30–35.

12. **Ищук К.Н., Великанов А.В.** Стратегия организации учебного процесса по подготовке специалистов беспилотной авиации в ВУНЦ ВВС «ВВА» // Беспилотная авиация: состояние и перспективы развития: сборник научных статей по материалам I Всероссийской НПК. Воронеж, 5–6 марта 2019 г. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2019. С. 47–51.

13. **Ларина Т.В., Кораблин И.И.** Сущность и специфика профессиональной культуры будущих военных специалистов беспилотной авиации // Мир науки, культуры, образования. 2018. № 6 (73). С. 67–69.

14. **Мещеряков С.Д.** Концепция применения беспилотных летательных аппаратов в

интересах Воздушно-космических сил // Беспилотная авиация: состояние и перспективы развития: сборник научных статей по материалам I Всероссийской НПК. Воронеж, 5–6 марта 2019 г. Воронеж: ВУНЦ ВВС «ВВА», 2019. С. 58–61.

15. **Русакова Е.Р., Ермаков К.С.** Человеческий фактор в авиации: учеб. пособие. М.: МГТУ ГА, 2014. 361 с.

References

1. **Sinyatkin, D.A., Bozhkov, A.Yu. & Gorchakov, M.A.** (2018). *Creation of multi-functional unmanned aerial vehicles: ways to solve problematic issues*. Voennaya mysl', no. 10, pp. 86–91. (in Russian)

2. **Nikolaev, A.B. & Lopota, A.V.** (2016). [Modern trends in the development of robotic systems. Unmanned aerial vehicles]. St. Petersburg: Gosudarstvennyy nauchnyy tsentr Rossiyskoy Federatsii TSNIi robototekhniki i tekhnicheskoy kibernetiki, 17 p. (in Russian)

3. **Bykov, A.I.** (2018). *To some questions of legal regulation of flights of unmanned aerial vehicles on the territory of the russian federation*. Proceedings of Voronezh State University. Series: Pravo, no. 4 (35), pp. 194–199. (in Russian)

4. **Chappelle, W., Swearingen, J., Goodman, T. & Thompson, W.** (2014). *Personality test scores that distinguish U.S. air force remotely piloted aircraft “drone” pilot training candidates*. Final Report for October 2013 to February 2014. Available at: <https://cryptome.org/2014/09/drone-pilot-personality.pdf> (accessed: 27.07.2022).

5. **Gorobets, V.D. & Ermakov, K.S.** (2014). [Air law. Part 1: Tutorial for Universities]. Moscow: MGTU GA, 276 p. (in Russian)

6. **Russakova, E.R. & Ermakov, K.S.** (2014). [Organization of flight work: Tutorial for Universities]. Moscow: MGTU GA, 276 p. (in Russian)

7. **Kozlov, A.I. & Ermakov, K.S.** [Air-craft flight operations. Preparation and performance of flights: Tutorial for Universities]. Moscow: MGTU GA, 344 p. (in Russian)

8. Zevin, V.V., Tupik, G.V. & Raschepkin, I.A. (2019). *The practice of training UAV specialists in the armed forces of the Russian Federation*. Voennaya mysl', no. 12, pp. 126–132. (in Russian)
9. Lewis, R.J., Forster, E.M., Whinnery, J.E. & Webster, N.L. (2014). *Aircraft-assisted pilot suicides in the United States, 2003–2012*. Final Report, 8 p. Available at: https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/data_research/research/med_humanfacs/oamtechreports/201402.pdf (accessed: 27.07.2022).
10. Weed, D.B., Paskoff, L.N., Ruppel, D.J., Corbett, C.L. & McLean, G.A. (2014). *Identification and comprehension of symbolic exit signs for small transport-category airplanes*. Final Report, 16 p. Available at: https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/data_research/research/med_humanfacs/oamtechreports/201403.pdf (accessed: 27.07.2022).
11. Velikanov, A.V. & Tishchenko, A.I. (2020). *The system of training drone system for training specialists in unmanned aviation in the military high school VKS*. Bulletin of the Military Education, no. 3 (24), pp. 30–35. (in Russian)
12. Ischuk, K.N. & Velikanov, A.V. (2019). [Strategy for the organization of the educational process for the training of unmanned aviation specialists in the VUNC of the Air Force “VVA”]. *Bespilotnaya aviatsiya: sostoyaniye i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh statey po materialam I Vserossiyskoy NPK*. Voronezh: VUNTS VVS «VVA», pp. 47–51. (in Russian)
13. Larina, T.V. & Korablin, I.I. (2018). *Basics and specifics of professional culture of future military specialists of unmanned aerial vehicles*. Mir Nauki, Kultury, Obrazovaniya, no. 6 (73), pp. 67–69. (in Russian)
14. Meshcheryakov, S.D. (2019). [Concept of the use of unmanned aerial vehicles in the interests of the Aerospace Forces]. *Bespilotnaya aviatsiya: sostoyaniye i perspektivy razvitiya: sbornik nauchnykh statey po materialam I Vserossiyskoy NPK*. Voronezh: VUNTS VVS «VVA», pp. 58–61. (in Russian)
15. Russakova, E.R. & Ermakov, K.S. (2014). [The human factor in aviation: Tutorial for Universities]. Moscow: MGTU GA, 361 p. (in Russian)

Сведения об авторе

Ермаков Константин Сергеевич, начальник учебно-тренажерного центра «Технопарк беспилотных авиационных систем» МГТУ ГА, k.ermakov@mstuca.aero.

Information about the author

Konstantin S. Ermakov, The Head of the Training and Simulation Center “Technopark of Unmanned Aircraft Systems”, Moscow State Technical University of Civil Aviation, k.ermakov@mstuca.aero.

Поступила в редакцию 21.07.2022
Принята в печать 26.01.2023

Received 21.07.2022
Accepted for publication 26.01.2023