



Международная организация гражданской авиации

A42-WP/467

TE/185

29/7/25

РАБОЧИЙ ДОКУМЕНТ

АССАМБЛЕЯ – 42-Я СЕССИЯ

ТЕХНИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ

Пункт 24 повестки дня. Первоочередные инициативы в области безопасности полетов и аэронавигации

СОЗДАНИЕ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ГРУППЫ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В АВИАЦИИ

(Представлено Бразилией)

КРАТКАЯ СПРАВКА

Все более широкое использование искусственного интеллекта (ИИ) в авиации, особенно в беспилотных системах, городской воздушной мобильности и полетах в воздушном пространстве с высокой плотностью движения, требует неотложного внимания со стороны международного сообщества. В настоящем документе предлагается создать исследовательскую группу при Аэронавигационной комиссии для оценки последствий ИИ для безопасности полетов, сертификации, интеграции воздушного пространства и системной валидации.

Действия: Ассамблее предлагается:

- а) признать стоящую перед ИКАО необходимость возглавить процесс глобальной координации вопросов ИИ в авиации;
- б) поддержать создание исследовательской группы по ИИ при Аэронавигационной комиссии (АНК).

<i>Стратегические цели</i>	Данный рабочий документ связан со стратегическими целями <i>"Каждый полет безопасен и защищен"</i> и <i>"Авиация обеспечивает беспрепятственную, доступную и надежную мобильность для всех"</i>
<i>Финансовые последствия</i>	Данная деятельность будет осуществляться в рамках имеющихся ресурсов ИКАО при поддержке взносов государств-членов
<i>Справочный материал</i>	Доклад ИКАО по вопросам окружающей среды 2025 года Государства – члены ИКАО утвердили глобальную желательную цель достижения чистой нулевой эмиссии от международных полетов к 2050 году Стратегический план ИКАО на 2026–2050 гг. Международная организация гражданской авиации ICAO The Transformative Impact of AI in Aviation Информационный комплект ИКАО по БАС. Международная организация гражданской авиации

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1 Искусственный интеллект (ИИ) и машинное обучение в частности получают все более широкое признание в качестве важнейших механизмов реализации для будущего гражданской авиации. Начиная от организации воздушного движения и авиационных систем и заканчивая техническим обслуживанием, подготовкой персонала и обеспечением эксплуатационной безопасности полетов, ИИ способен коренным образом изменить авиацию, повышая ее производительность, безопасность полетов и эффективность и одновременно способствуя решению проблемы растущих сложности и объема воздушных перевозок.

1.2 С появлением таких технологий, как аэромобильность в сложных условиях (ААМ), беспилотные авиационные системы (БАС) и воздушные суда вертикального взлета и посадки (VTOL), мировая авиация претерпевает значительные изменения. Эти изменения, как отмечается в Плане реализации аэромобильности в сложных условиях (2023 год) Федерального авиационного управления (ФАУ) и томе III Европейского плана обеспечения безопасности полетов (EPAS) 2025 года (EASA, 2025), вводят принципиально новых пользователей воздушного пространства и эксплуатационные парадигмы, для которых необходимы динамичные, основанные на данных возможности принятия решений, выходящие за рамки того, что могут поддерживать традиционные системы, ориентированные на человека.

1.3 Одновременно с этим в дорожной карте ФАУ по обеспечению безопасности ИИ подчеркивается настоятельная необходимость разработки надежных механизмов сертификации, валидации и интеграции функций с использованием ИИ в критически важные для безопасности полетов системы. Однако в отсутствие международной координации и инструктивного материала государства-члены могут начать внедрять разрозненные подходы, что может поставить под угрозу глобальную функциональную совместимость, безопасность полетов и согласованность нормативных требований.

1.4 В данном рабочем документе предлагается создать специальную исследовательскую группу при Аэронавигационной комиссии (АНК) как главном техническом органе, действующем под руководством Совета ИКАО. Исследовательской группе будет поручено оценить применение ИИ в гражданской авиации и разработать технический, нормативный и эксплуатационный инструктивный материал для поддержки безопасной и гармонизированной интеграции ИИ в отрасли.

2. РАССМОТРЕНИЕ ВОПРОСА

2.1 Системные проблемы взаимодействия ААМ и ИИ

2.1.1 С ростом числа полетов систем ААМ, БАС и VTOL авиационная отрасль переживает смену парадигмы. Эти новые технологии расширяют доступ к воздушному пространству, особенно на малых высотах и в густонаселенной городской среде. Однако их интеграция создает серьезные проблемы для традиционных аэронавигационных систем, структур контроля за безопасностью полетов и с точки зрения нормативных рамок.

2.1.2 Согласно Плану реализации аэромобильности в сложных условиях ФАУ (ФАУ, 2023 год) для интеграции ААМ потребуются преобразования во многих эксплуатационных областях, включая организацию воздушного движения, сертификационные испытания на летную

годность, инфраструктуру связи и интеграцию сообществ. Новые типы воздушных судов будут эксплуатироваться за пределами прямой видимости (BVLOS), по запросу и зачастую автономно или полуавтономно. Для этой динамичной эксплуатационной модели потребуются новые уровни масштабируемости, адаптивности и системного интеллекта, которыми невозможно управлять исключительно в ручном режиме или с помощью традиционных процессов.

2.1.3 В качестве эффективного решения проблемы растущей сложности и плотности данных, связанных с полетами систем ААМ, все чаще рассматривается ИИ. Однако, как подчеркивается в дорожной карте ФАУ по обеспечению безопасности ИИ (версия I), существующие рамки обеспечения безопасности полетов в авиации пока что не приспособлены к адаптивным системам, которые работают в режиме реального времени и с течением времени обучаются или эволюционируют. Это приводит к критическим пробелам в процедурах сертификации, методологиях валидации и механизмах укрепления доверия к авиационным системам на базе ИИ.

2.1.4 Кроме того, отсутствие стандартов для систем ИИ, в основном из-за разрозненных национальных и международных подходов к управлению и сертификации ИИ, может подрывать глобальную совместимость и создать нормативную асимметрию между государствами. Несогласованность стандартов может препятствовать масштабированию систем ААМ и поставить под угрозу общественное доверие к поддерживаемым ИИ авиационным службам.

2.2 Эксплуатационные и региональные проблемы

2.2.1 Данная проблема еще более усугубляется загруженностью воздушного пространства. К 2023 году объемы коммерческих авиаперевозок в США вернулись на близкий к допандемийному уровень: пассажиропоток составил более 77,5 млн человек в месяц, и ожидается, что в ближайшие годы устойчивая тенденция к росту сохранится.

2.2.2 В то же время по состоянию на декабрь 2022 года в Соединенных Штатах парк малых БАС (sUAS) насчитывал около 2,42 млн систем, из которых 1,69 млн были любительскими, а 727 000 – коммерческими. По прогнозам, к 2027 году численность парка любительских систем достигнет 1,82 млн единиц, что на 7,8 % больше по сравнению с 2022 годом, а численность парка коммерческих систем вырастет до 955 000 единиц, что составит прирост на 31,4 % за тот же период. В целом это означает, что к 2027 году общая численность парка sUAS, как ожидается, составит 2,78 млн единиц, то есть всего за пять лет его объем вырастет на 14,9 %. Это постоянное расширение подчеркивает возрастающую роль беспилотных летательных аппаратов как в коммерческой, так и в досуговой сферах, а также указывает на все более серьезные последствия для интеграции воздушного пространства, нормативной базы и планирования инфраструктуры в Соединенных Штатах. Кроме того, по прогнозам ФАУ, производство воздушных судов VTOL может составить до 250 единиц в год, что свидетельствует о значительном шаге вперед на пути к внедрению систем ААМ и городского воздушного транспорта.

2.2.3 В Бразилии в авангарде разработки воздушных судов eVTOL, которые имеют все шансы существенно повлиять на городскую мобильность, особенно в таких загруженных городах, как Сан-Паулу и Рио-де-Жанейро, стоит компания Eve Air Mobility, дочернее предприятие корпорации Embraer. Целостный подход компании Eve ориентирован не только на воздушные суда, но и на создание полноценной экосистемы городской воздушной мобильности (UAM), включающей вертипорты, системы организации воздушного движения в городах и интеграцию мультимодальных перевозок. В сотрудничестве с ANAC, DECEA и другими ключевыми заинтересованными сторонами компания опубликовала первую в Бразилии концепцию производства полетов

(CONOPS) для UAM, специально разработанную для производства полетов в городе Рио-де-Жанейро. Эта инициатива направлена на обеспечение безопасного и устойчивого внедрения служб eVTOL в городской среде и может выступить в качестве образца для потенциального воспроизведения в других мегаполисах.

2.2.4 Партнерство компании Eve с компаниями Revo и Helicopters International SA (OHI) ставит своей целью ввод в эксплуатацию в воздушном пространстве Сан-Паулу до 50 eVTOL, что позволит перевести существующие вертолетные маршруты на использование полностью электрических и экологических в производстве полетов систем с пониженным уровнем шума. Ожидается, что такой сдвиг будет способствовать значительному сокращению времени в пути для пассажиров, меньшей перегруженности дорог и сокращению выбросов углекислого газа, приближая тем самым достижение экологических целей города. Вместе с тем эти новые eVTOL будут производить полеты наряду с более чем 400-ми зарегистрированными вертолетами, которые в настоящее время совершают почти 2200 ежедневных взлетов и посадок, создавая очень сложное и перегруженное воздушное пространство на малых высотах, для организации воздушного движения, в котором потребуются передовые решения, направленные на обеспечение безопасности полетов и эффективности.

2.2.5 Департамент контроля воздушного пространства (DECEA) и Национальное агентство гражданской авиации (ANAC) Бразилии активно разрабатывают рамки и системы для контроля этого роста, включая переход от правил визуального полета к правилам полета на основе цифровых технологий для VTOL и БАС. В число основных задач входят обновление классификации воздушного пространства, совершенствование инфраструктуры связи и наблюдения, а также внедрение организации воздушного движения на основе ИИ для обнаружения и устранения конфликтных ситуаций в режиме реального времени. Без этих усовершенствований безопасность полетов и эффективность все более загруженного воздушного пространства Бразилии могут оказаться под угрозой.

2.2.6 Эти новые воздушные суда будут делить и без того перегруженное небо с авиацией общего назначения, коммерческими рейсами и растущим числом беспилотников, создавая тем самым сложное гибридное воздушное пространство. Для организации этого пространства потребуются автономные или работающие при поддержке ИИ системы координации, способные в режиме реального времени устранять конфликтные ситуации, упорядочивать воздушное движение и снижать риски.

2.2.7 Таким образом, системы организации воздушного движения, ориентированные на человека, даже с цифровой поддержкой, не смогут обеспечивать безопасное и эффективное управление полетами, учитывая их растущее разнообразие, скорость и объем. Это ограничение прямо признается в стратегии реализации ААМ ФАУ, где содержится призыв к выработке новой парадигмы организации воздушного движения на основе передовой автоматизации. Без интеграции инструментов поддержки принятия решений на основе ИИ систему воздушного пространства будет невозможно масштабировать, что необходимо для удовлетворения прогнозируемого спроса.

2.2.8 В этом контексте важнейшую роль для укрепления международной координации и разработки согласованного инструктивного материала по безопасной и эффективной интеграции технологий ИИ играет лидерская позиция ИКАО. Без действий на упреждение глобальная авиационная система, по мере распространения систем на основе ИИ, может столкнуться с эксплуатационной неэффективностью, пробелами в безопасности полетов и ростом системных рисков.

2.3 Преимущества и соответствие стратегическим целям ИКАО

2.3.1 Создание исследовательской группы по ИИ в авиации напрямую способствует достижению всех пяти стратегических целей ИКАО, изложенных в ее официальных стратегических рамках и подтвержденных в Стратегическом плане ИКАО на 2026–2050 годы.

2.3.2 Прежде всего, эта инициатива направлена на достижение цели по повышению уровня безопасности полетов в гражданской авиации во всем мире. Интеграция систем на основе ИИ рассматривается как перспективная возможность снижения рисков для безопасности полетов, связанных с растущим присутствием VTOL и БАС в общем воздушном пространстве. Инструменты ИИ могут помочь в организации полетов в условиях высокой плотности и эксплуатационного разнообразия, создаваемых этими новыми типами воздушных судов, обеспечивая оценку рисков в реальном времени, адаптивную автоматизацию и улучшенную ситуационную осведомленность как для человека, так и для автономных эксплуатантов.

2.3.3 Кроме того, деятельность исследовательской группы вносит вклад в расширение пропускной способности и повышение эффективности глобальной системы гражданской авиации. По мере насыщения воздушного пространства все большим числом разнообразных пользователей, особенно в городских коридорах на малых высотах, традиционные системы организации воздушного движения перестанут справляться. Службы на основе ИИ могут обеспечить критически важную поддержку в устранении конфликтных ситуаций масштабируемым образом, оптимизацию траекторий и беспрепятственную интеграцию пилотируемых и беспилотных полетов.

2.3.4 Что касается безопасности гражданской авиации и упрощения формальностей, то системы ИИ могут играть все более важную роль в мониторинге автономных полетов, выявлении аномалий и предотвращении несанкционированного доступа или нецелевого использования БАС. Согласованная глобальная политика, функциональная совместимость и механизмы контроля помогут обеспечить безопасность полетов и авиационную безопасность, а также позволят внедрять инновации на оперативной основе.

2.3.5 С экономической точки зрения создание исследовательской группы будет способствовать достижению цели по содействию развитию устойчивой и экономически жизнеспособной системы гражданской авиации. Стандартизированные рамки для ИИ могут снизить затраты на сертификацию, повысить трансграничную совместимость и ускорить процесс обеспечения готовности рынка для новых участников, таких как эксплуатанты UAM. Это создает возможности для справедливого роста и содействует достижению цели ИКАО по инклюзивному и устойчивому развитию.

2.3.6 Наконец, хотя основными факторами интеграции ИИ являются безопасность полетов и эффективность, управление воздушными судами и организация воздушного пространства на основе ИИ также могут помочь минимизировать отрицательное воздействие деятельности гражданской авиации на окружающую среду. Ожидается, что воздушные суда VTOL будут работать с пониженным уровнем эмиссии и шума, что будет способствовать достижению долгосрочных целей ИКАО по охране окружающей среды, в том числе чистого нулевого уровня эмиссии углерода к 2050 году.

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

3.1 Возрастающая сложность глобальной системы воздушного пространства, вызванная одновременным ростом традиционной коммерческой авиации, распространением БАС и стремительным развитием воздушных судов VTOL, привела к переломному моменту в гражданской авиации. Эта эволюция особенно заметна в таких регионах, как Бразилия, Европа и Соединенные Штаты, где уже ощущаются эксплуатационные, нормативные и технологические последствия ААМ.

3.2 Бразильские мегаполисы, такие как Сан-Паулу и Рио-де-Жанейро, испытывают нагрузку в связи с плотностью воздушного движения на низких высотах. Учитывая, что в Сан-Паулу полеты совершают уже более 400 вертолетов ежедневно, а к 2027 году планируется развернуть парк воздушных судов eVTOL, сложность организации воздушного пространства стремительно возрастает. Совместная публикация первой CONOPS для UAM Бразилии отражает стремление страны к безопасной и устойчивой интеграции этих технологий, но также подчеркивает необходимость срочного внедрения систем организации воздушного движения на основе ИИ для удовлетворения растущего спроса.

3.3 Что касается Соединенных Штатов, то ФАУ сообщает об активном восстановлении коммерческого воздушного движения и прогнозирует дальнейший рост числа БАС и распространенности ААМ. В его планах подчеркивается необходимость адаптации сертификации и контроля с учетом ИИ и автономных систем. Что касается Европы, то в томе III документа EPAS 2025, подготовленного EASA, первоочередное внимание также уделяется ИИ, цифровой устойчивости и интеграции БАС и при этом отмечается, что сложность трансграничного воздушного пространства и высокие темпы инноваций ставят под вопрос существующие нормативные рамки.

3.4 Что особенно важно, модели управления воздушным движением и контроля за безопасностью, ориентированные на человека, скоро перестанут быть достаточными для управления скоростью, объемом и разнообразием пользователей в воздушном пространстве. По мере того как авиационная система будет развиваться в сторону повышения уровня автономности, адаптивного поведения и принятия решений на распределенной основе, инструменты на основе ИИ станут необходимым условием обеспечения безопасности полетов, эффективности и общественного доверия.

3.5 Для решения этих проблем в данном рабочем документе предлагается создать исследовательскую группу по применению ИИ в авиации под руководством АНК. Исследовательская группа станет глобальной площадкой для изучения примеров использования ИИ, выявления пробелов в области безопасности полетов и регулирования, а также разработки технического и эксплуатационного инструктивного материала по интеграции технологий ИИ во все сферы гражданской авиации.