

ОПЫТ ФАУ «ЦАГИ» В ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

К.И. Сыпало, В.Ю. Гранич, В.М. Шibaев

Центральный аэрогидродинамический институт им. проф. Н.Е. Жуковского
Российская Федерация, 140180, Жуковский, ул. Жуковского, 1

Наблюдаемое в начале XXI века стремительное развитие технологий беспилотной авиации в синергии с инновационными информационно-коммуникационными решениями позволяет со значительной долей уверенности прогнозировать к концу текущего столетия качественный переход авиационного транспорта на беспилотную модель грузовых и пассажирских коммерческих перевозок под управлением систем ОрВД высокой степени автономности. Технический прогресс практически невозможно остановить: те процессы, которые можно автоматизировать, рано или поздно будут автоматизированы, в том числе для сокращения числа человеческих ошибок. Поэтому дальнейшее развитие воздушного транспорта будет определяться, в значительной степени, его автоматизацией, интеллектуализацией и пересмотром роли человека в контуре управления. И это нашло подтверждение при обсуждении вопросов летной годности в рамках WG-3 RPASP/22 в октябре 2023 г. Было четко отмечено, что несмотря на то, что ИКАО в настоящее время рассматривает (и соответственно формирует) нормативные требования только для международных перелетов БВС без пассажиров на борту (т.е. необитаемое воздушное судно) под управлением с наземного пункта управления внешним пилотом, никто не запрещает проводить исследования и осуществлять на национальном уровне автономные полеты БВС, а в особых экспериментальных зонах и экспериментальную перевозку пассажиров. Что в общем-то и делается рядом китайских компаний-разработчиков и производителей БАС. Подтверждением этого нового взгляда на возможность автономных полетов БВС уже в настоящее время является размещенный в штаб-квартире ИКАО в г Монреаль выставочный образец такого БВС, предназначенный для перевозки больных и раненых в критических случаях, когда возможна только такая транспортировка больного. Это действительно новый подход, открывающий возможность разработки автономных БВС, в том числе и для перевозки пассажиров. И это при том, что существовала концепция ИКАО: не должны даже на национальном уровне применяться требования, отличные от требований ИКАО.

И здесь дело не только в том, что хотим мы этого или нет, “аэротакси” - это будущее беспилотной авиации и к этому нужно готовиться. Это также и вопрос безопасности полетов. За прошедшие 100 лет в гражданской авиации благодаря выполнению достаточно жестких требований ИКАО был достигнут и поддерживается приемлемый уровень безопасности полетов. И вот теперь мы убираем с борта ВС пилота и переводим его на наземный пункт управления, тем самым лишаем его части информации об условиях полета и параметрах пространственного движения ВС (очевидно, что пилот лишается в этом случае акселерационной информации и др.). А это приводит только к снижению достигнутого уровня безопасности полетов.

Поэтому логично было бы не убирать пилота из кабины ВС на наземный пункт управления и требовать от него управлять БВС в отсутствие привычной для него

информации, а заменить его на интеллектуальную систему управления, в конечном счете на AI (на базе искусственных нейросетей и др.), на такой вот «антропоморф», который выполнял бы задачу управления БВС (в целом, а не только самолетовождения) не хуже «живого» пилота. Эта концепция нашла свое отражение не только в документах ИКАО в общем виде, но и была детализирована уже в форме дорожной карты EASA по разработке и внедрению искусственного интеллекта, другими словами, человеко-ориентированный подход к AI в авиации [1]. Эти тенденции необходимо отслеживать как в разработке отечественных нормативных документов, так и в проведении соответствующих исследований. Отставание на этом этапе приведет к невозможности в будущем обеспечить сертификацию автономных БВС по требованиям ИКАО. Это уже поняли во многих развитых европейских странах, и на уровне EASA, и включают в свою нормативную базу регламентированные 6 уровней автоматизации летательного аппарата от «0» до «5»:

- «0» – пилот (оператор БАС) в контуре управления и все управление обеспечивается только пилотом, так называемое ручное управление;
- «1» – пилот (оператор БАС) в контуре управления, САУ вне контура управления и обеспечивает только интеллектуальную поддержку пилота;
- «2» – автоматизированный режим управления, оператор управляет – система контролирует, САУ вне контура управления;
- «3» – полуавтоматический режим управления, САУ частично выполняет отдельные функции управления (например, отслеживает заданную траекторию), пилот в контуре управления;
- «4» – автоматический режим управления, САУ управляет – пилот (оператор) контролирует;
- «5» – автономный режим управления, оператор вне контура управления.

И вот здесь уже намечается определенное расхождение в формировании нормативно-технической базы в Российской Федерации и в Европе (и в мире тоже), а именно: в Российской Федерации вся нормативная база строится вокруг уровней автоматизации «0»-«3», а в Европе формируются требования, включающие уже уровни «4» и «5».

В этом и просматривается возможность нашего отставания в будущем и невозможность сертификации по требованиям, которые будут приняты во всем мире (в том числе и в восточных странах, таких как Китай и др.).

С целью не допустить такое отставание распоряжением Правительства Российской Федерации от 21.06.2023 утверждена «Стратегия развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года», подготовленная в соответствии с «Перечнем поручений по итогам участия Президента в мероприятиях по вопросам развития беспилотных авиационных систем», включающим указание «предусмотреть мероприятия по развитию перспективных технологий, применяемых при проектировании, производстве, сертификации и эксплуатации беспилотных авиационных систем, и обеспечить финансирование этих мероприятий».

Эволюционное развитие технологий, цифровизация и роботизация всех сфер человеческой деятельности оказывают глобальное влияние на мировую авиацию, формируя новые виды авиационной техники, сценарии ее применения, новые возможности и вызовы для сферы социально-экономического развития, безопасности граждан и национальной безопасности Российской Федерации

Важной задачей в рамках повышения эффективности применения БАС является расширение возможностей безопасного выполнения автономных полетов БВС, предполагающих оперативное реагирование на изменение ситуационной обстановки.

Решение задачи создания систем управления автономным полетом БВС в составе БАС может быть найдено за счет внедрения технологий искусственного интеллекта при проектировании систем управления БАС. Базой для активного привлечения инженерных и научных кадров к такому пути совершенствования БАС является Указ Президента Российской Федерации от 10.10.2019 о введении в действие Национальной стратегии развития искусственного интеллекта.

В ФАУ «ЦАГИ» разработана и применяется унифицированная архитектура САУ для различных уровней автоматизации БЛА.

В зависимости от требуемого уровня автоматизации (автономности), различные элементы искусственного интеллекта, включая искусственные нейронные сети и экспертные системы на основе нечеткой логики, могут быть применены при разработке программно-аппаратного решения этих модулей.

При разработке таких модулей предполагается применение элементов искусственного интеллекта и различных технологий обучения. Кроме решения задач управления на борту БВС, необходимо также уделять внимание средствам интеллектуальной поддержки наземного экипажа для тех случаев, когда он принимает участие в управлении БВС.

В целях внедрения технологий искусственного интеллекта в процесс разработки систем управления БАС в настоящее время проводятся исследования в следующих направлениях (рис. 1).



Рис. 1. Направления исследований в рамках решения задач повышения автономности применения БАС путем внедрения технологий искусственного интеллекта.

Это важно как средство обеспечения (достижения приемлемого по ИКАО уровня) безопасности полетов, гарантирующего требуемые с точки зрения безопасности полета характеристики БАС. И вот здесь в EASA применены инновации в виде риск-ориентированного подхода к формированию требований к БАС.

В Европейском нормативном документе EASA Cover regulation 2019/947 сформулирован подход к обеспечению безопасности эксплуатации беспилотных авиационных систем на основе оценки рисков. Предполагается, что эксплуатанты БАС могут обосновывать с использованием методологии SORA безопасность конкретной полетной операции своего беспилотного воздушного судна.

Кроме того, методология позволяет сформировать на этапе создания (проектирования) беспилотной авиационной системы требования к процедурам обеспечения безопасности полета на основе методов оценки надежности функционирования и отказобезопасности бортовых систем и основных элементов конструкции беспилотных воздушных судов в их составе. На рис. 2 приведен пример объема требований к различным аспектам обеспечения безопасности полетов БАС в зависимости от результата оценки уровня эксплуатационных рисков (уровни I–VI). Под требованиями к надежности конструкции (красные столбцы на диаграмме) подразумеваются, в том числе, требования к аэродинамическим характеристикам, прочности конструкции, системе автоматического управления и т.д.).

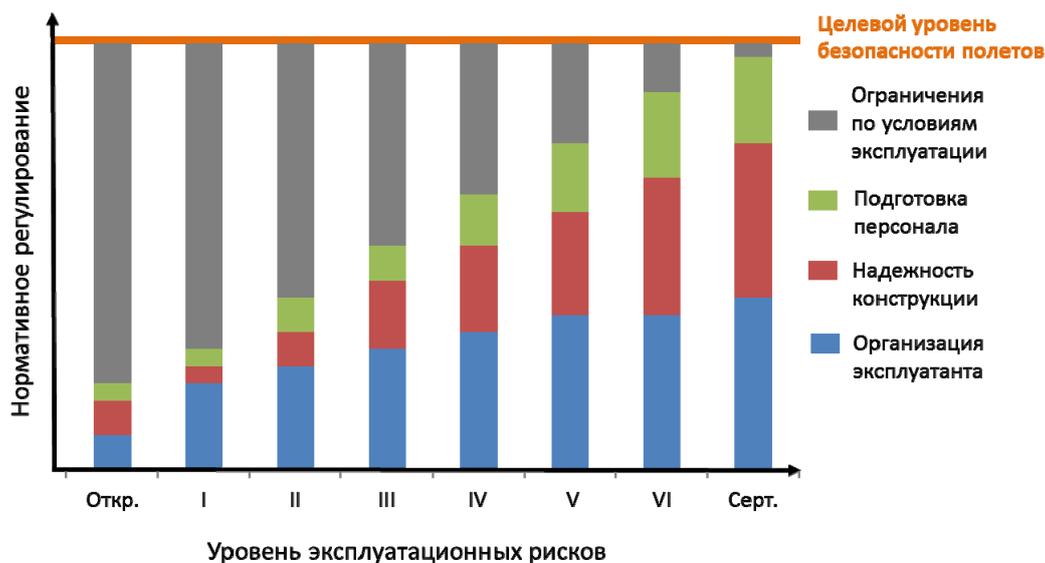


Рис. 2. Пример обеспечения безопасности полетов в зависимости от результатов оценки рисков.

Для того чтобы определить, какому уровню рисков соответствуют заявляемые тактико-технические характеристики БАС и заявляемые условия эксплуатации, необходимо оценить уровни (классы) так называемых наземных рисков (столкновение с людьми и постройками, располагающимися на земле) и воздушных рисков (столкновение с другими воздушными судами, в том числе, беспилотными).

Наземные риски классифицируются на основании массогабаритных характеристик БВС и его максимальных скоростей полета, что, по сути, формирует уровень кинетической энергии столкновения БВС с наземными объектами, плотность расположения которых в районе полетов также влияет на уровень наземного риска.

Воздушные риски классифицируются в зависимости от типа воздушного пространства, особенностей связи со службами управления воздушным движением, а также оборудованием БВС, позволяющим предупреждать и избегать столкновения в воздухе в автоматическом режиме.

Описанный подход позволяет выбирать порядок сертификации БАС на основе оценки рисков (пример на рис. 3), обязательств по соблюдению требований и ограничений результатам оценки

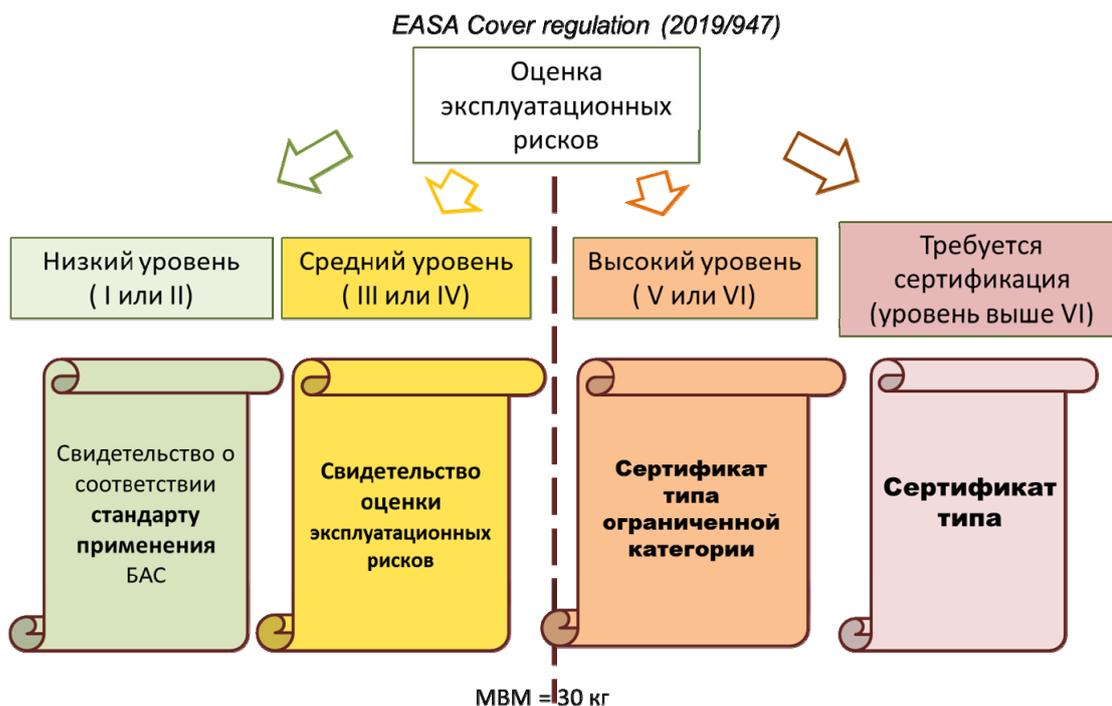


Рис. 3. Зависимость вида процедур одобрения от эксплуатационных рисков.

Предлагаемая процедура, реализованная в РФ, позволила бы легализовать допуск в воздушное пространство БАС отечественных разработок. Поэтому в качестве рекомендации может быть предложено повторить опыт европейских стран по формированию требований к БАС и их допуску в воздушное на основе риск-ориентированного подхода к оценке характеристик БАС.

Список литературы

1. ARTIFICIAL INTELLIGENCE ROADMAP 2.0. Human-centric approach to AI in aviation. May 2023. Version 2.0, easa.europa.eu/ai.