

## **НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АКТИВНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫКАТЫВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ЗА ПРЕДЕЛЫ ВПП**

**Павленко Олег Вадимович**

студент, Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени  
Главного маршала авиации А.А. Новикова, РФ, г. Санкт-Петербург

**Соколов Олег Аркадьевич**

научный руководитель, канд. техн. наук, доц. кафедры №13 «Системы автоматизированного  
управления», Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации  
имени Главного маршала авиации А.А. Новикова, РФ, г. Санкт-Петербург

В наши дни, главным приоритетом в развитии авиации является обеспечение безопасности выполнения полетов. Одной из областей развития в данной сфере связана с предотвращением выкатывания воздушных судов (ВС) за пределы взлётно-посадочной полосы (ВПП). Несомненно, взлет и посадка относятся к наиболее важным этапам полета и даже несмотря на то, что время нахождения самолета на полосе составляет в среднем всего несколько минут от всего полетного времени, на этих этапах происходит около 60% всех авиационных происшествий.

Просматривая хронологию авиационных событий и происшествий можно заключить, что инциденты на этапах взлета и приземления являются наиболее распространенным типом авиационных событий в мире. В большинстве случаев выкатывание ВС происходит без существенных последствий для пассажиров и экипажа ВС, однако в ряде случаев это привело к серьезному авиационному происшествию.

Согласно статистике, именно этап посадки характеризуется наибольшей вероятностью оказаться вне полосы, так как ВС имеет значительную скорость движения на пробеге, из-за чего затрудняется маневрирование ВС и снижается время на принятие правильного решения. Рассматривая вопрос более конкретно, существует целый ряд особенностей влияющих на безопасность полета при посадке:

на посадке деятельность пилота резко изменяется от длительного монотонного управления ВС при полёте по маршруту с использованием автоматизированных систем управления (АСУ) до полной вовлеченности пилота в управление ВС при визуальном заходе;

- на посадку огромное влияние оказывают внешние факторы, такие как прогнозируемые и непрогнозируемые погодные явления, время суток, состояние ВПП, загруженность воздушного пространства и т.д., усложняющие деятельность пилота
- ошибки, совершаемые на посадке, наиболее опасны из-за отсутствия времени и пространства на их решение
- ухудшение устойчивости и управляемости ВС на посадке.

Помимо перечисленных факторов, существуют и другие, которые относятся непосредственно к самому экипажу:

- ошибки в расчёте посадочных характеристик ВС;
- ошибки в технике пилотирования и/или принятия решения;
- неучет экипажем условий состояния поверхности ВПП;
- намеренное нарушение летных правил и законов;
- неточный расчёт посадочной дистанции из-за неправильного учета отказов систем,

- возникающих в полёте, или неправильный расчёт влияния допустимой неисправности, связанной с конфигурацией ВС или средствами снижения подъёмной силы;
- нестабилизированный заход на посадку до высоты 300 метров;
- отсутствие решения о выполнении процедуры прерванного захода на посадку, когда это необходимо;
- не подготовлен режим автоматического выпуска спойлеров перед посадкой;
- посадка с нерасчётной тягой двигателей или несвоевременное уменьшения режима работы двигателя до малого газа;
- характерные ошибки на посадке (отделение, взмывание, посадка сбоку от оси ВПП);
- позднее торможение;
- некорректная работа антиюзовой системы;
- неадекватная реакция пилотов на возникший отказ на пробеге.

Проанализировав факторы, влияющие на вероятность выкатывания ВС за пределы ВПП, становится очевидно, что существует огромное множество сценариев развития событий, и рассмотреть все не является возможным.

Для конкретики взят пример одного из возможного развития событий для самолёта DA-40 NG и возможности его выкатывания за пределы ВПП. Каждый опасный фактор должен иметь количественную величину, описывающую вероятность его возникновения. Так как статистические данные не позволяют выполнить достоверную оценку вероятности данного события, необходимо использовать метод экспертных оценок.

**Экспертная оценка** – это метод поиска и результат применения метода, полученный на основании использования персонального мнения эксперта или коллективного мнения группы экспертов.

Так, для получения достаточных вероятностных данных, проведено анкетирование 26-ти пилотов-инструкторов Бугурусланского лётного училища. В рамках индивидуального анкетирования оценены возможные количества возникновения каждого опасного фактора на 100 случаев выкатывания самолёта DA-40 NG на аэродроме «Бугуруслан-Северный». В результате были получены вероятностные характеристики опасных факторов, представленные в таблице 1.

Примем полученное значение вероятности затянутого выравнивания самолёта экипажем перед посадкой за X.

**Таблица 1.**

**Вероятности возникновения факторов опасности выкатывания**

№	Событие	В
1	Превышение рекомендованной РЛЭ скорости пролёта порога ВПП	
2	Превышение рекомендованной РЛЭ высоты пролёта порога ВПП	
3	Неуход на второй круг при нестабилизированном заходе	
4	Отказы взлётно-посадочных систем и устройств	
5	Посадка с повышенной тягой двигателя	
6	Приземление с отделением от ВПП и его неграмотное исправление	
7	Снижение эффективности торможения, связанное с обеспечением продольной управляемости в условиях бокового ветра	
8	Позднее или неэффективное торможение	
9	Нерасчётное состояние поверхности ВПП	

Исходя из данных таблицы рассмотрим, с какой вероятностью ВС типа DA – 40NG может оказаться за пределами ВПП. Стоит отметить, что данный тип является легкомоторным самолетом авиации общего назначения и вероятность его выкатывания за пределы ВПП при нормальном расчете на посадку стремится к нулю. Следовательно, для начала необходимо

рассмотреть вероятность неправильного выполнения визуального захода с поздним касанием. Примем данное событие за А.

В таком случае, вероятность посадки со значительным отклонением от предписанной точки приземления может быть рассчитана так:

$$P[P(A*3)+ P(4) + P(5) + P(6)]$$

$$1) P(A*3) = P(A) * P(3) = 0,293742 * 0,027 = 0,007931.$$

$$2) P[P(A*3)+ P(4)] = P(A*3)+P(4)-P[(A*3)*4] = 0,007931 + 0,002 - (0,007931* 0,002) = 0,009931 - 0,00001586 = 0,009915.$$

$$3) P[P(A*3)+ P(4) + P(5)] = P[P(A*3)+ P(4)] + P(5) - [P(P(A*3)+ P(4)) *P(5)]= 0,009915 + 0,014 - (0,009915 * 0,014) = 0,023915 - 0,00013881 = 0,023776.$$

$$4) P[P(A*3)+ P(4) + P(5) + P(6)] = P[P(A*3)+ P(4) + P(5)]+ P(6) - [(P(P(A*3)+ P(4) + P(5)) * P(6)] = 0,023776 + 0,015 - (0,023776 * 0,015) = 0,038776 - 0,00035664 = **0,0352**.$$

Примем полученное значение за вероятность события В.

Тогда вероятность выкатывания самолёта за В пределы ВПП составляет  $P(P((7+8)*B)+P(9))$ .  
Рассчитаем:

$$1) P(7+8) = P(7)+P(8) - P(7*8) = 0,25+0,22 - (0,25 * 0,22) = 0,47 - 0,055 = 0,415.$$

$$2) P((7+8)*Y) = P(7+8) * P(Y) = 0,415 * 0,0352 = 0,014608.$$

$$3) P(P((7+8)*Y)+P(9)) = P((7+8)*Y) + P(9) - (P((7+8)*Y)* P(9)) = 0,014608 + 0,0001 - (0,014608 * 0,0001) = 0,014708 - 0,0000014608 = **0,0147**.$$

Следовательно, вероятность выкатывания самолёта DA-40 NG за пределы ВПП аэродрома «Бугуруслан - Северный» во время учебных полётов составляет 0,0147, что является несомненно высоким показателем. Это неудивительно, ведь там выполняются учебные полеты, и о высоких показателях безопасности полетов речи идти не может.

Итак, данная величина в соответствии с классификацией находится в зоне опасного риска, и она требует проведения различных мероприятий и внедрения технических средств по его снижению.

Большинство разрабатываемых и используемых в настоящее время мероприятий по снижению риска скатывания с ВПП являются организационными и обучающими. Примером таких мероприятий может служить создание нормативных документов, определяющих пути обеспечения безопасности для пилотов авиакомпаний, в части идентификации, понимания и снижения риска при выкатывании самолётов за пределы ВПП на этапе посадки. Одним из основных документов, определяющих пути обеспечения безопасности для авиакомпаний, разработчиков самолётов и, в том числе, обучающих организаций, в части снижения риска выкатывании самолётов за пределы ВПП на этапе посадки является рекомендательный циркуляр Федерального авиационного агентства США (FAA) AC №91-79. Данный циркуляр был разработан и внедрен FAA в сотрудничестве с эксплуатантами самолётов и основными конструкторскими бюро, и определяет основные условия безопасности для предупреждения выкатыванию.

В соответствии с документом лётным экипажи должны изучить конструктивные и аэродинамические особенности эксплуатируемых самолётов, влияющие на их устойчивость и управляемость на пробеге.

В настоящее время ведётся разработка различных наземных систем аварийного торможения самолётов, принцип работы которых основан на уменьшении кинетической энергии самолёта путем совершения работы по торможению тормозному устройству, установленному на

концевой полосе безопасности. Примером такой системы может служить система аварийного торможения самолётов Engineered Material Arresting System (EMAS).

Данная система аварийного торможения устанавливается по торцам ВПП. Принцип её работы основан на передаче энергии движения самолёта к материалу системы. Как только колёса самолёта ломают материал, происходит плавное и контролируемое торможение. Однако важно отметить, что главным недостатком наземных систем является то, что данные системы борются с последствиями выкатывания, снижая риск разрушения конструкции самолёта, не позволяя устранить причину выкатывания самолёта за пределы ВПП. Существующие на сегодняшний день системы, осуществляющие торможение ВС при пробеге, не учитывают воздействие внешних и эксплуатационных факторов. При пробеге управление такими системами возлагается на пилотов, что зачастую приводит к ошибкам и, как следствие, к выкатыванию ВС за пределы лётного поля. При этом действенным вкладом в решение проблемы будут разработка и внедрение автоматизированных систем предупреждения о потенциальной опасности выкатывания. Оснащение ВС такой системой обеспечит качественно новый уровень информационной поддержки экипажа, основанный на оценке конкретной ситуации, прогнозе её развития и формировании необходимых рекомендаций экипажу. Также существуют системы автоматического управления движением ЛА по ВПП, установленные на современных гражданских ВС, предназначены, как правило, для обеспечения автоматического торможения с различными фиксированными моментами. К основному недостатку бортовых средств торможения относится отсутствие единой системы, которая комплексно оценивает интенсивность торможения. Контроль работы отдельных систем на таком самолёте возлагается на экипаж, что зачастую приводит к ошибкам.

Чтобы снизить роль человеческого фактора, на борту ВС целесообразно иметь систему, прогнозирующую и предотвращающую опасную ситуацию, связанную с выкатыванием. В общем виде алгоритм её работы может быть представ-

лен следующим образом:

- получение сигналов от системы определения местоположения ВС и информации о параметрах движения самолёта.
- вычисление потребной для остановки дистанции для текущих значений скорости и ускорения.
- реализация функции объективного определения угрозы выкатывания воздушного судна.
- предотвращение выкатывания за счёт своевременного предупреждения экипажа о недопустимости выключения или снижения режима реверса тяги или торможения колёс, либо выдачи рекомендации об уходе на второй круг, в случае если потребная для остановки дистанция меньше остаточной длины ВПП.

Также важно отметить необходимость разработки политики авиакомпании, направленной на предотвращение выкатывания. Такая политика должна включать в себя:

- применении правил и процедур, обеспечивающих готовность и настрой на выполнение;
- ухода на второй круг при несоответствии условий посадки нормам безопасности;
- регистрацию неисправностей системы;
- торможения в бортовом журнале ВС и их учёта в соответствии с требованиями MEL;
- выполнения процедур прерванной посадки;
- запрета посадки за установленной зоной.

### **Список литературы:**

1. Безопасность полётов: учебное пособие / составители: Б. В. Зубков, С. Е. Прозоров: под ред. Б. В. Зубкова. – Ульяновск : УВАУ ГА (И), 2013. – 451 с.
2. Мозоляко А. В., Акимов А. Н., Воробьев В. В. Проблемы предотвращения выкатывания гражданских воздушных судов на этапе пробега по ВПП // Научный вестник МГТУ ГА.

Сборник научных статей. – 2014. – №204. – С. 74–77.

3. Сайфутдинов Р. А., Глушков В. А., Гайниева Д. А., Кузнецова А. С. Информационная система управления профессиональными рисками. Образование и информационная культура: теория и практика. Сборник научных трудов. – Ульяновск, 2017. – С. 99–103.

4. Сайфутдинов Р. А., Гаврющенко А. П., Магдеева Д. Р., Карсакова Е. Д. Управление безопасностью технологических процессов. Информационные технологии в образовании. Материалы всероссийской очной научно-практической конференции 15 марта 2019 года. Республика Татарстан. – Буинск, 2019. – С. 101–104.