



**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «МОСКОВСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ  
АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)**

**ФАКУЛЬТЕТ** механический

**КАФЕДРА** АКПЛА

**Направление подготовки** 25.06.01 Аэронавигация и эксплуатация  
(код и наименование направления подготовки)  
авиационной и ракетно-космической техники

**Направленность** 05.22.14 Эксплуатация воздушного транспорта  
(наименование направленности)

**НАУЧНО-КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА**

**Тема** Методика предотвращения (снижения последствий)  
выкатывания ВС за пределы ВПП.

**Обучающийся:**

Носатенко Игорь Андреевич  
(Ф.И.О.)

(Подпись)

**Научный руководитель:**

д.т.н., профессор, Киселев М. А.  
(уч.степень, уч.звание, Ф.И.О.)

(Подпись)

**Рецензенты:**

д.т.н., профессор, Петров Ю. В.  
(уч.степень, уч.звание, Ф.И.О.)

(Подпись)

д.т.н., профессор, Самойленко В. М.  
(уч.степень, уч.звание, Ф.И.О.)

(Подпись)

**Работа допущена к защите:**

**Заведующий кафедрой**

д.т.н., профессор, Киселев М.А.  
(уч.степень, уч.звание, Ф.И.О.)

(Подпись)

**МОСКВА 2024**

## **Методика предотвращения (снижения последствий) выкатывания ВС за пределы ВПП**

### **Актуальность научно квалификационной работы (НКР).**

Посадка воздушного судна была и остается наиболее сложным и опасным этапом полета. Для совершения безопасной посадки воздушному судну (ВС) необходимо уменьшить вертикальную (на этапе выравнивания) и горизонтальную (на этапе выдерживания) составляющие вектора скорости полета ВС, что в свою очередь уменьшает возможности по увеличению подъемной силы и ограничивает экипаж в возможностях совершения маневров. В тоже время экипаж во время посадки должен подвести ВС к взлетно-посадочной полосе (ВПП) и совершить касание, последующие пробег и остановку ВС в пределах довольно ограниченной по своим размерам площадки, что в конечном итоге и в частности при воздействии сопутствующих неблагоприятных факторов (ошибки пилотирования, сдвиг ветра, обледенение, отказ двигателя, гидроглиссирование и др.) может привести к перелету и выкатыванию самолетов за пределы ВПП.

Анализ статистики авиационных происшествий (АП) указывает на то, что несмотря на малую продолжительность посадки относительно остальных этапов полета (менее 5% от всего полетного времени), именно на этапы захода и собственно посадки приходится больше всего АП. Значительная часть указанных авиационных событий (АС) связано с выкатыванием ВС за пределы ВПП. Так по данным международной ассоциации воздушного транспорта (IATA) 23% АС за 2017-2021 г. связаны с выкатыванием ВС за пределы ВПП, что является самым высоким показателем относительно других видов АС.

В настоящее время вопрос возможности предотвращения и предупреждения выкатываний ВС, как показывает анализ статистики авиационных происшествий, достаточно актуален. Поиск решения в части предотвращения выкатываний ВС за пределы ВПП ведется как на уровне авиационных властей, так и на уровнях производителей и эксплуатантов ВС.

Несмотря на активную разработку и использование в настоящее время мероприятий, направленных на предотвращение выкатывания ВС за пределы взлетно-посадочной полосы ВПП, исключить или значительно сократить инциденты и происшествия, связанные с выкатыванием ВС за пределы ВПП до сих пор не удастся.

Большинство исследований в области предотвращения (снижения последствий) выкатывания ВС за пределы взлетно-посадочной полосы направлены на повышение ситуационной осведомленности экипажа, а также бортовые системы, позволяющих более точно принимать решения при заходе на посадку и посадке. Особое внимание в НКР уделено рассмотрению методов предотвращения (снижения последствий) выкатываний ВС, с выделением методов пассивной защиты. В качестве пассивной защиты, как наиболее перспективный вариант, выбрано использование специальных энергопоглощающих разрушаемых блоков, размещаемых после торца ВПП в зоне RESA.

### **Объект исследования**

Объект исследования – авиационно-транспортная система аэропорта.

### **Предмет исследования**

Выкатывание ВС за пределы ВПП

**Целью работы** является разработка методики предотвращения (снижения последствий) выкатывания ВС за пределы ВПП и повышение уровня безопасности полетов

Поставленная задача достигается решением следующих основных задач:

1. Проведение анализа статистики авиационных событий и факторов опасности, обуславливающих риск выкатывания.

2. Проведение анализа активных и пассивных методов предотвращения выкатывания ВС за пределы ВПП и выявление наиболее перспективной системы из рассматриваемых.
3. Проведение анализа нагрузок на стойки шасси при выкатывании ВС в зону пассивной аварийной тормозной системы
4. Обоснование требований по разработке системы пассивной аварийной тормозной системы.
5. Проектирование пассивной аварийной системы торможения.

**Научная новизна** работы состоит в том, что в ней впервые представлена концепция и подход к разработке мероприятий, в том числе конструктивных, по минимизации негативных последствий выкатывания ВС за пределы ВПП для ВС транспортной категории путем внедрения пассивной аварийной тормозной системы, которая за счет поглощения кинетической энергии обеспечивает торможение на участке где она располагается.

**Практическая ценность** работы заключается в обосновании требований и рекомендаций к отечественной разработке аварийной системы торможения так как в РФ в настоящее время отсутствуют работы в данной области.

**В первой главе** проведен факторный анализ авиационных событий, связанных с выкатыванием ВС за пределы ВПП, выделены распространенные причины авиационных происшествий. Рассмотрены аэропорты повышенного риска, на которых выкатывания за пределы ВПП могут с большей долей вероятности привести к катастрофе ввиду ограничений по длине полосы из-за рельефа местности.

**Во второй главе** рассмотрены методы снижения риска выкатывания, включающие в себя активные и пассивные. Среди проанализированных пассивных систем торможения самой перспективной является система EMAS, которая располагается на концевой полосе безопасности в виде настила из крошащихся бетонных блоков. Она позволяет погасить кинетическую

энергию при выкатывании ВС за пределы основной ВПП. Данная система зарекомендовала себя как эффективный способ затормозить самолет в случае, если выкатывание неизбежно.

**В третьей главе** раскрыта методика предотвращения (снижения последствий) выкатывания ВС за пределы ВПП. Методика включает многопараметрическую оптимизацию процесса проектирования пассивной аварийной системы торможения, включающая в себя выбор материала, геометрии системы, расчета длины торможения ВС внутри зоны системы торможения несколькими итерациям для нахождения минимального тормозного пути и минимальной стоимости системы.

**В заключении** сформированы выводы по работе.