

Дата поступления рукописи в редакцию: 29.06.2025 г.
Дата принятия рукописи в печать: 05.07.2025 г.
DOI: 10.24412/3034-4042-2025-3-50-52

ХОДАКОВА Маргарита Сергеевна,
Студент, Санкт-Петербургский государственный университет
гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова,
e-mail: zemskovyv@spbguga.ru

ЛУБЕНЕЦ Николай Александрович,
Студент, Санкт-Петербургский государственный университет
гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова,
e-mail: zemskovyv@spbguga.ru

ЗЕМСКОВ Юрий Владимирович,
к.т.н., доцент, Санкт-Петербургский государственный университет
гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова,
e-mail: zemskovyv@spbguga.ru

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ О НЕСТАБИЛИЗИРОВАННОМ ЗАХОДЕ НА ПОСАДКУ (UAWS)

Аннотация. В ходе работы был написан опытный программный код для оповещения летного состава о нестабилизированном заходе на посадку. Результаты экспериментов и моделирования свидетельствуют о том, что разработанная система способна значительно снизить риск авиационных инцидентов в полете. Это открывает новые возможности для повышения безопасности полетов и качества подготовки пилотов. Прделанная работа может быть полезна авиационным компаниям, учебным организациям и органам гражданской авиации, занимающимся обеспечением авиационной безопасности.

Ключевые слова: сигнализация, заход на посадку, посадочные условия.

KHODAKOVA Margarita Sergeevna,
Student Saint Petersburg State University of Civil Aviation
named after Chief Marshal of Aviation A.A. Novikov

LUBENETS Nikolay Alexandrovich,
Student Saint Petersburg State University of Civil Aviation
named after Chief Marshal of Aviation A.A. Novikov

ZEMSKOV Yuruy Vladimirovich,
PhD in Engineering, Assoc. Prof. Saint Petersburg State University
of Civil Aviation named after Chief Marshal of Aviation A.A. Novikov

DEVELOPMENT OF AN UNSTABILIZED APPROACH WARNING SYSTEM (UAWS)

Annotation. During the work, a prototype program code was written to notify the flight crew about an unstabilized landing approach. The results of experiments and modeling indicate that the developed system is capable of significantly reducing the risk of aviation incidents in flight. This opens up new opportunities for improving flight safety and pilot training. The work done can be useful for aviation companies, training organizations and civil aviation authorities involved in ensuring aviation safety.

Key words: signaling, landing approach, landing conditions.

Введение

Одним из наиболее сложных этапов полета является посадка [1, 2]. Во время этого ответственного этапа экипаж должен строго выдержи-

вать такие параметры, как скорость, вертикальная скорость, траектория захода на посадку и т.д. Все это требует большой концентрации внимания и строгой оценки текущего пространственного

положения ВС. Очень частой причиной различных инцидентов и катастроф становится нестабилизированный заход на посадку, когда экипажем производится неверная оценка рисков и параметров [3, 4, 5]. Таких примеров очень много в истории авиации: катастрофа SSJ-100 в Шереметьево 5 мая 2019 года, авария Boeing 737-800 в Сочи 1 сентября 2018 года, катастрофа Boeing 777-200 в Сан-Франциско 6 июля 2013 года.

Создание системы UAWS сможет сократить количество инцидентов и катастроф по причине нестабилизированного захода на посадку. Основными целями данного исследования являются: разработка прогнозирующей модели и создание функционального прототипа, который может быть интегрирован в системы управления.

Принципы работы системы предупреждения

В рамках данной работы решалась задача разработки программы для митации работы системы предупреждения нестабилизированного захода на посадку на высотах меньше 1000 футов по радиовысотомеру (RA). Система предупреждения работает в 4 режимах, которые последовательно меняются в зависимости от высоты по RA:

1. Approach (Режим захода на посадку на высотах ниже 1000 футов до точки минимума+50 ft.).
2. Minimum (Активируется за 50 футов до достижения точки минимума и активен до точки минимума).
3. Final approach (Активируется на высотах от минимума до высоты прохождения торца полосы).

4. Flare (активируется через 2 секунды после прохождения торца полосы до включения реверса).

Система анализирует следующие параметры ВС:

- V -Vapr -V/S -высота по RA;
- активация реверса после касания;
- высота прохождения БПРМ (ближний приводной радиомаяк) и ДПРМ (дальний приводной радиомаяк);
- срабатывание сигнализации GPWS (Ground Proximity Warning System, система предупреждения об опасном сближении с землей);
- срабатывание сигнализации о фактическом попадании в сдвиг ветра;
- амплитуда изменения крена и тангажа;
- положение повторителей (для захода по системе ILS).

В ходе работы был написан программный код на языке программирования Python. Входными данными являются анализируемые параметры воздушного судна при заходе на посадку. Система анализирует параметры и выводит на PFD «UNSTABLE» жёлтым или красным цветом, если заход на посадку не стабилизирован и выделяет соответствующий параметр желтым цветом. Во всех иных случаях, когда заход стабилизирован, система выводит зеленым цветом на PFD «Stable». Также в режиме Minimum система выводит красным цветом текст на PFD □ рекомендацию об уходе на второй круг: «Go Around», а также единожды звучит сигнал: «Go Around! Unstable!» (рис. 1).



Рисунок 1. Вывод информации на PFD Boeing 737NG

Кроме того, в режиме Flare, если реверс не был активирован через три секунды после обжатия стоек шасси, система выдает голосовую сигнализацию: «REVERSE THRUST!». Она звучит непрерывно до момента включения реверса или снижения приборной скорости до 70 узлов.

Применение UAWS

Данная система носит рекомендательный характер и не подразумевает строгого выполнения ее команд. Ее задачи: обратить внимание не пилотирующего пилота на отклонившийся параметр, получить от пилота подтверждение целесообразности захода на посадку, напомнить пилоту включить реверс после приземления путем голосового оповещения. (Из-за не активации реверса и повышенного режима работы двигателей при пробеге произошли катастрофы Airbus A310 в Иркутске, а также Boeing 737-800 в Сочи).

Команда UAWS, требующая уход на второй круг, звучит до достижения высоты минимума и предназначена для создания дополнительного фактора, который повлияет на решение КВС (командира воздушного судна) о продолжении захода на посадку. Окончательное решение озву-

чит КВС при достижении высоты минимума. В условиях стресса, повышенной нагрузки на экипаж команды системы могут оказать влияние на решения, принимаемые экипажем, что способствует уменьшению рисков и, как следствие, повышению безопасности полетов.

Заключение

Была проведена проверка написанного кода на авиатренажере Airbus 320. Все 4 режима работы UAWS успешно отработали и выполнили свою задачу оповещения пилотного состава.

Результаты экспериментов и моделирования свидетельствуют о том, что разработанная система способна значительно снизить риск авиационных инцидентов в полете. Система выдаёт своевременные предупреждения и указания, которые помогают пилотам корректировать параметры полёта. Эти результаты открывают новые возможности для повышения безопасности полетов и качества подготовки пилотов. Прделанная работа может быть полезна авиационным компаниям, учебным организациям и органам гражданской авиации, занимающимся обеспечением авиационной безопасности.

Список литературы:

- [1] Анализ авиационных событий, связанных с догоном профиля снижения самолёта, приведших к нестабилизированному заходу на посадку / Д.С. Шнейдер, С.Я. Шнейдер, С.С. Матвеев [и др.] // Проблемы летной эксплуатации и безопасность полетов. – 2023. – № 17. – С. 78-88.
- [2] Бородин С.Ф., Волынчук А.И., Киселев М.А., Петров Ю.В. Возможности и недостатки систем предупреждения выкатывания воздушного судна за пределы взлетно-посадочной полосы // Научный вестник МГТУ ГА. – 2023. – № 03. – С. 25-37.
- [3] Карягин С.В. Предотвращение возможных последствий нестабилизированного захода на посадку // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 90-3. – С. 29-32.
- [4] Стрелков В.В. Оценка значимости основных факторов риска авиационного происшествия на посадке на основании анализа результатов опроса пилотов гражданской авиации// Научный вестник МГТУ ГА. – 2024. – Том 27, № 1. – С. 43-60.
- [5] Жиленко Ю.В. Авиационные происшествия в СССР и современной России // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2021. – № 3. – С. 739-743.

Spisok literatury:

- [1] Analiz aviatsionnykh sobytii, svyazannykh s dogonom profilia snizheniia samoleta, privedshikh k nestabilizirovannomu zakhodu na posadku / D.S. Shneider, S.Ia. Shneider, S.S. Matveev [i dr.] // Problemy letnoi ekspluatatsii i bezopasnost' poletov. – 2023. – № 17. – S. 78-88.
- [2] Borodkin S.F., Volynchuk A.I., Kiselev M.A., Petrov Iu.V. Vozmozhnosti i nedostatki sistem preduprezhdeniia vykatyvaniia vozdushnogo sudna za predely vzletno-posadochnoi polosy // Nauchnyi vestnik MGTU GA. – 2023. – № 03. – S. 25-37.
- [3] Kariagin S.V. Predotvrashchenie vozmozhnykh posledstviu nestabilizirovannogo zakhoda na posadku // Tendentsii razvitiia nauki i obrazovaniia. – 2022. – № 90-3. – S. 29-32.
- [4] Strelkov V.V. Otsenka znachimosti osnovnykh faktorov riska aviatsionnogo proisshestviia na posadke na osnovanii analiza rezul'tatov oprosa pilotov grazhdanskoi aviatsii// Nauchnyi vestnik MGTU GA. – 2024. – Tom 27, № 1. – S. 43-60.
- [5] Zhilenko Iu.V. Aviatsionnye proisshestviia v SSSR i sovremennoi Rossii // Aktual'nye problemy aviat-sii i kosmonavtiki. – 2021. – № 3. – S. 739-743.