



**НАУЧНЫЙ
ФОРУМ**
nauchforum.ru

ISSN 2618-9402



**LVII Студенческая международная
заочная научно-практическая
конференция**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ
№1(57)**

г. МОСКВА, 2023



ТЕХНИЧЕСКИЕ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ. СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ

*Электронный сборник статей по материалам LVII студенческой
международной научно-практической конференции*

№ 1 (57)
Январь 2023 г.

Издается с февраля 2018 года

Москва
2023

УДК 62+51
ББК 30+22.1
Т38

Председатель редколлегии:

Лебедева Надежда Анатольевна – доктор философии в области культурологии, профессор философии Международной кадровой академии, г. Киев, член Евразийской Академии Телевидения и Радио.

Редакционная коллегия:

Волков Владимир Петрович – кандидат медицинских наук, рецензент АНС «СибАК»;

Елисеев Дмитрий Викторович – кандидат технических наук, доцент, начальник методологического отдела ООО "Лаборатория институционального проектного инжиниринга";

Захаров Роман Иванович – кандидат медицинских наук, врач психотерапевт высшей категории, кафедра психотерапии и сексологии Российской медицинской академии последипломного образования (РМАПО) г. Москва;

Зеленская Татьяна Евгеньевна – кандидат физико-математических наук, доцент, кафедра высшей математики в Югорском государственном университете;

Карпенко Татьяна Михайловна – кандидат философских наук, рецензент АНС «СибАК»;

Костылева Светлана Юрьевна – кандидат экономических наук, кандидат филологических наук, доц. Российской академии народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ (РАНХиГС), г. Москва;

Попова Наталья Николаевна – кандидат психологических наук, доцент кафедры коррекционной педагогики и психологии института детства НГПУ;

Т38 Технические и математические науки. Студенческий научный форум. Электронный сборник статей по материалам LVII студенческой международной научно-практической конференции. – Москва: Изд. «МЦНО». – 2023. – № 1 (57) / [Электронный ресурс] – Режим доступа. – URL: [https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/1\(57\).pdf](https://nauchforum.ru/archive/SNF_tech/1(57).pdf)

Электронный сборник статей LVII студенческой международной научно-практической конференции «Технические и математические науки. Студенческий научный форум» отражает результаты научных исследований, проведенных представителями различных школ и направлений современной науки.

Данное издание будет полезно магистрам, студентам, исследователям и всем интересующимся актуальным состоянием и тенденциями развития современной науки.

Оглавление

Секция 1. Технические науки	4
СКРЫТЫЕ И ПОТАЙНЫЕ КАНАЛЫ	4
Бесланеева Татьяна Юрьевна Гиш Татьяна Александровна Пелешенко Виктор Сергеевич Андрусенко Юлия Алексеевна	
МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ СУДНОМ	9
Дарьяновский Алексей Алексеевич Соколов Олег Аркадьевич	
НЕОБХОДИМОСТЬ ВНЕДРЕНИЯ АКТИВНЫХ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ВЫКАТЫВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ЗА ПРЕДЕЛЫ ВПП	15
Дарьяновский Алексей Алексеевич Соколов Олег Аркадьевич	
ОКСИДНЫЕ ПЛЕНКИ: ВИДЫ, МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ, ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА	23
Наринбаев Темур Хамидулла угли Бакиров Сакен Келесбаевич Елисеев Дмитрий Николаевич Гладкая Екатерина Александровна Тимофеева Анна Стефановна	

СЕКЦИЯ 1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

СКРЫТЫЕ И ПОТАЙНЫЕ КАНАЛЫ

Бесланеева Татьяна Юрьевна

*студент,
Северо-Кавказский федеральный университет,
РФ, г. Ставрополь*

Гиш Татьяна Александровна

*научный руководитель, доцент кафедры
информационной безопасности автоматизированных систем,
Северо-Кавказский федеральный университет,
РФ, г. Ставрополь*

Пелешенко Виктор Сергеевич

*научный руководитель, доцент кафедры
информационной безопасности автоматизированных систем,
Северо-Кавказский федеральный университет,
РФ, г. Ставрополь*

Андрусенко Юлия Алексеевна

*научный руководитель, преподаватель кафедры
информационной безопасности автоматизированных систем,
Северо-Кавказский федеральный университет,
РФ, г. Ставрополь*

Впервые термин скрытый канал был использован американским ученым Батлером Лэпсоном в его работе “Заметка о проблеме ограничения”, где он определяет скрытые каналы как каналы, которые совершенно не предназначены для информационной передачи.

ГОСТ Р 53113.1-2008 “Информационная технология (ИТ). Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз информационной безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов. Часть 1. Общие положения”, гласит о том, что скрытый канал – это непредусмотренный разработчиком системы информационных технологий и автоматизированных систем

коммуникационный канал, который может быть применен для нарушения политики безопасности.

Более традиционным и обширным определением является следующая формулировка. Пусть M – политика безопасности, а $R(M)$ – реализация политики M . Если взаимосвязь между субъектами в реализации $R(M)$, не разрешена в модели M , такая связь называется скрытым каналом.

Принцип работы скрытых каналов заключается в том, что изменение состояния некоего объекта несет информацию. И определить данную закономерность, зачастую довольно проблематично. Но за скрытность, приходится расплачиваться невысокой скоростью передачи информации.

Для наглядности рассмотрим пример: возьмем два процесса, A и B , и обозначим что A имеет более высокий уровень допуска чем B , B – не имеет доступа к данным высокого уровня, в свою очередь A – не может передавать данные на нижний уровень. Может ли в таком случае процесс A найти обходной способ передачи информации процессу B , который не будет вызывать подозрений? Например, таким способом может являться варьирование заполнения буфера при легальном выводе данных, когда A при выводе, кодирует данные, т.е. изменяет их объем в соответствии с кодировкой которую знает B , притом что B имеет возможность анализировать буфер. В таком случае процесс A , вполне легально имеет возможность, в обход установленной модели безопасности передавать информацию, не предназначенную для процесса B . Именно на этой идее основываются скрытые каналы.

Одна из главных опасностей скрытых каналов заключается в том, что передача информации по подобным каналам не контролируется стандартными механизмами безопасности, такими как авторизация и аутентификация.

Принято выделять два типа скрытых каналов: скрытый канал памяти и скрытый временной канал. В первом случае для скрытной передачи информации используется модулирование характеристик памяти, таких как адреса, объем свободной памяти и др. Процесс использует скрытый временной канал, если для кодирования информации он варьирует временные характеристики,

связанные с его собственным выполнением, например, в мультипрограммном режиме, это может быть использованная доля кванта процессорного времени.

Проблема скрытых каналов – это проявление более общей проблемы сложности современных информационных систем. В сложных системах неизменно будут присутствовать скрытые каналы, так что бороться нужно с причиной, а не со следствием. В самом общем виде борьбу со сложностью систем можно представить, как "проведение объектного подхода с физическими границами между объектами". Пользовательская и административные сети должны быть физически отделены друг от друга. Также, компоненты системы должны не доверять друг другу, поднимать тревогу и применять защитные меры при выявлении подозрительной активности (дисковый контроллер может зашифровать файлы, сетевой контроллер – блокировать коммуникации и т.п.). Если организовать физические границы невозможно, следует воспользоваться виртуальными, формируемыми в первую очередь криптографическими средствами.

Потайными каналами называются нестандартные способы передачи информации по легальным каналам (так же называемыми обертывающими). Такие каналы используют в случаях, когда имеется легальный коммуникационный канал, но политика безопасности запрещает по нему передавать определенные данные.

Важно понимать, что скрытые и потайные каналы имеют несколько существенных различий. В отличие от скрытых каналов, потайные каналы существуют только тогда, когда о нем не знает противник. Время передачи данных по тайному каналу зависит от характеристик обертывающего (легального) канала, то есть имеет ограничения, в то время скрытые каналы – нет.

Для примера рассмотрим реализацию сети анонимизаторов с помощью HTTP-серверов и клиентов. Web-серфинг служит обертывающим каналом. В роли узлов сети анонимизаторов выступают HTTP-серверы, а взаимодействие между ними осуществляется по скрытым каналам в HTTP/HTML при посредничестве ничего не подозревающих клиентов (в первую очередь – с помощью средств перенаправления запросов и активного содержимого, встроенных,

например, в рекламные баннеры, присутствующие на посещаемой Web-странице). В результате можно достичь не только невозможности ассоциации между отправителем и получателем сообщений, но и реализовать более сильное свойство – скрытность (даже в присутствии глобального наблюдателя). Оказывающиеся невольными посредниками Web-серферы пополняют подлежащее анализу множество анонимности, затрудняя тем самым получение наблюдателем полезной информации.

Разумеется, и злоумышленники, и разработчики защитных средств осознают возможности и проблемы, связанные с использованием HTTP в качестве обертывающего канала.

В целом, потайные каналы гораздо практичнее скрытых, поскольку у них есть легальная основа – обертывающий канал. Потайные (а не скрытые) каналы – наиболее подходящее средство для управления враждебной многоагентной системой. Но в них нуждаются не только злоумышленники. Потайные каналы могут эффективно применяться поставщиками информационного наполнения, встраивающими в него скрытые "цифровые водяные знаки" и желающими контролировать его распространение, соблюдение потребителями цифровых прав. Еще один пример, ставший классическим, – применение потайного канала премьер-министром Великобритании Маргарет Тэтчер, которая, чтобы выяснить кто из ее министров виновен в утечках информации, раздала им варианты одного документа с разными межсловными промежутками.

Побочные каналы являются частным случаем скрытых. В роли передатчиков выступают компоненты информационных систем, а в роли приемников – внешние наблюдатели с соответствующим оборудованием. С помощью побочных каналов измеряется время видимых операций, их энергопотребление или побочные электромагнитные излучения и наводки, но помимо этого, для атак могут применяться и акустические каналы.

Побочные каналы представляют собой наиболее наглядное проявление многоаспектности современной информационной безопасности.

Роль атакующих на информационные системы берут на себя как правило их владельцы, которые располагают временем и необходимым инструментарием. В сочетании с принципиальной невозможностью управления физическим доступом, перечисленные факторы делают атаки с использованием побочных каналов особенно опасными.

Объектами атак с использованием побочных каналов чаще всего становятся криптографические компоненты информационных систем, точнее, их секретные ключи.

Кардинальное решение проблемы побочных каналов возможно при соблюдении следующего основополагающего принципа: данные об операциях, которые можно получить из побочных каналов, должны быть статистически независимы от входных и выходных данных и информации ограниченного доступа. На практике системы укрепляются "по мере сил", а у мотивированных злоумышленников остается масса возможностей для результативных атак.

Подводя итог, можно сказать, что появление скрытых каналов практически неизбежно в современных условиях быстрого развития информационных систем. В связи с этим, в целях информационной безопасности разработчикам важно знать о возможных местах и причинах возникновения этих каналов для минимизации возможных утечек. Это же можно сказать и о потайных каналах, несмотря на их принципиальную разницу.

Список литературы:

1. А. Галатенко О скрытых каналах и не только // Jet Info – 2006 – № 152.
2. А. Галатенко О каналах скрытых, потайных, побочных. И не только // Jet Info – 2002 – № 114.
3. ГОСТ Р 53113.1-2008 «Информационная технология. Защита информационных технологий и автоматизированных систем от угроз информационной безопасности, реализуемых с использованием скрытых каналов. Часть 1. Общие положения».

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКАЗОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ СУДНОМ

Дарьяновский Алексей Алексеевич

студент,

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

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,

доцент кафедры №13

«Системы автоматизированного управления»,

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

Санкт-Петербургский государственный университет

гражданской авиации

имени Главного маршала авиации А.А. Новикова,

РФ, г. Санкт-Петербург

Введение

В настоящее время возросла потребность в производстве современных высокоэффективных ВС гражданского назначения. Это влечет за собой развитие технологий авиастроения: применение композиционных материалов в конструкции ВС и силовых установках; совершенствование алгоритмов при проектировании систем управления; повышение аэродинамических характеристик ЛА и другие. Необходимо отметить, что современные самолеты оборудуются высокотехнологичными средствами, такими как электронная дистанционная система управления (ЭДСУ), электрогидравлические рулевые приводы (ЭГОУ) и электрические рулевые приводы (ЭОУ), обладающими высокой надежностью и многократным резервированием.

Возможность обнаружения с дальнейшей локализацией отказов органов управления имеет большое значение в обеспечении БП, а также необходима для реализации сертификационных требований, предъявляемых к СУ самолетов гражданской авиации (ГА).

За последнее десятилетие потеря управляемости, связанная с отказами органов управления ВС, является ведущей причиной АП со смертельным исходом. «Как минимум один человек погибает в половине всех случаев АП вследствие потери управляемости. В случаях потери управляемости авиационное событие редко заканчивается инцидентом из-за высокой степени повреждения самолета». Некоторые из таких АП представлены в таблице.

Таблица 1.

Авиационные происшествия вследствие потери управляемости самолета

Дата АП	Тип ВС	Описание/причины АП
16.02.2000	DC-8	Потеря управляемости по тангажу в результате отказа правого руля высоты
31.01.2000	MD-83	Потеря управляемости по тангажу самолета в результате отказа в полете горизонтального стабилизатора
09.08.1994	B737-300	Отклонение руля направления в противоположное направление в результате заклинивания
03.03.1991	B737-291	Потеря управляемости самолета в результате отклонения руля направления за пределы допустимого значения

Потеря управляемости самолета является одной из значимых проблем авиации, требующей новых технологических решений. Анализ статистических данных АП ВС показывает, что четверть таких событий возникает вследствие отказов и неисправностей органов управления самолетом, что является чрезвычайно катастрофическим по результативности, поскольку они чаще возникают на этапах полета, где вероятность избежать крушения ВС очень мала, что приводит к многочисленным жертвам и пострадавшим. Стремление решать проблемы потери управляемости и устойчивости ВС привело к развитию конструктивных решений отказоустойчивых систем и систем резервирования агрегатов ВС, а также применению высокоинтеллектуальных систем управления.

Электродистанционная система управления является одним из функциональных способов решения, предложенных для устранения проблем потери управляемости ВС. Однако возможности данной системы ограничены. Наряду со снижением вероятности обнаружения отказа также снижаются показатели процесса технической эксплуатации ЛА (ПТЭ) из-за увеличения количества ложных сигналов, которые в свою очередь увеличивают эксплуатационные

затраты, способствующие увеличению времени нахождения ЛА в неисправном состоянии и снижающие показатель готовности ВС к полету, что является нежелательным с точки зрения эффективности ПТЭ. Целью настоящей статьи является анализ опасности отказов органов управления воздушного судна.

Формализованная модель отказов

Нерасчетное функционирование (отказы) органов управления ВС может быть вызвано различными причинами. Основные из которых следующие.

Отказ органов управления: представляет собой полную или частичную потерю управления. Отказы ОУ могут возникать в результате обгорания или обрыва кабельных линий, короткого замыкания, повреждения, попадания посторонних предметов в привод ОУ и т. д. Отказ ОУ, приводящий только к частичной потере работоспособности, может возникать в результате гидравлической утечки, снижения напряжения питания или в результате нерасчетного повышения внешней нагрузки и т. д.

Отказ датчика обратной связи представляет собой неправильные показания датчиков, их также можно разделить на частичные и полные отказы датчиков. Полный отказ датчика показывает информацию, не отражающую реальное значение измеряемого параметра.

Повреждение рулевой поверхности приводит к изменениям физических параметров системы. Например, массовых или аэродинамических коэффициентов; или констант демпфирования и подобных, которые зачастую являются следствием структурных повреждений или разрушения конструкций. Такие отказы разнообразны и охватывают обширный класс нерасчетных случаев. На рис. 1. представлены виды отказов ОУ самолетом.

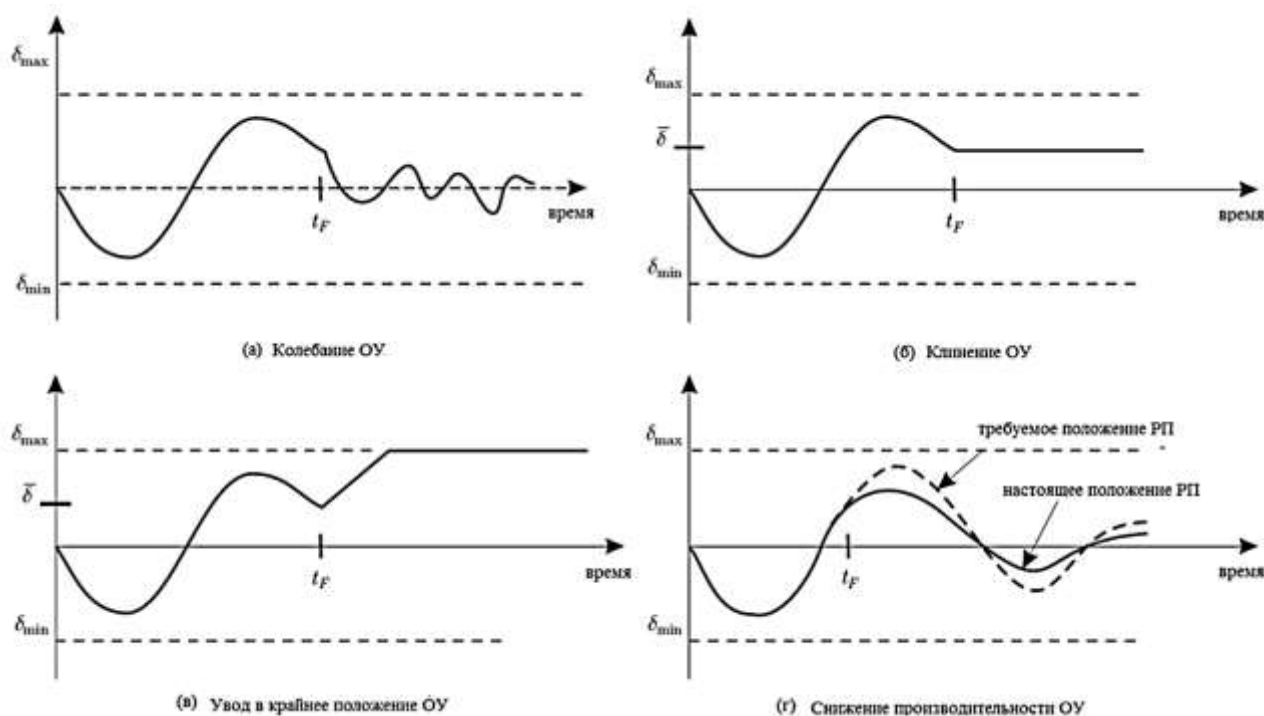


Рисунок 1. Виды отказов органов управления самолетом

Известны разные методы, применяемые для описания модели отказов органов управления. В целом моделирование отказов ОУ математически описывается методами, представленными на рис. 2.



Рисунок 2. Виды математического моделирования отказов органов управления самолетом

Результаты исследования влияния отказов ОУ на динамику движения Боинга 747 в полете

Наблюдаемые изменения параметров движения самолета после ввода матрицы отказов при управлении самолетом от САУ показывает, что наблюдается нерасчетное движение самолета по крену курса и тангажу. При таких заданных параметрах компьютерная визуализация в симуляторе FlightGear привела к полной потере управляемости самолета. Один из примеров – отказ левого

элерона на высоте 610 м, что привело к резкому крену ВС вправо, несмотря на противодействующую команду автопилота. Видно, что нет связи между заданным сигналом и маневром самолета, это ясно показывает нарушение уравнения. Однако САУ самолета успешно справилась с парированием/сглаживанием некоторых видов отказов, например, ограничение θ при отказах, связанных с колебанием ОУ.

Заключение

В результате моделирования при отказах (колебание, клинение, увод в крайнее положение и снижение производительности) ОУ обоснована целесообразность применения модели отказов ОУ в дальнейшем для оценки управляемости ВС при допущении частичного или полного отказа i -го ОУ. Таким образом, по наглядному примеру моделирования в программе Matlab Simulink и Aerospace Blockset, приведенному в работе, можно сделать вывод о том, что отказы вследствие увода в крайнее положение ОУ, клинения ОУ и снижения производительности ОУ из-за возможного разрушения конструкций при стабилизации углов по тангажу и крену, являются фатальными, что неизбежно приведет к катастрофе. С такими отказами САУ ВС не справляется, и в дальнейшем требуется разработка алгоритмов реконфигурации параметров управления, а также адаптации её к работоспособному функционированию. Реконфигулируемые алгоритмы существенно могут повлиять на повышение живучести, надежности, безопасности выполнения полетов.

Список литературы:

1. Акимов А.Н. Метод идентификации отказов динамических систем // Автоматика и телемеханика. 1992. № 6.
2. Акимов А.Н., Воробьев В.В. Обнаружение и идентификация отказов органов управления с помощью функций чувствительности // Обеспечение безопасности полетов: научнометодические материалы / под ред. С.А. Попыталова. М.: ВВИА им. Н.Е. Жуковского, 1989. С. 85–91.
3. Гришин Ю.П., Казаринов Ю.М. Динамические системы, устойчивые к отказам. М.: Радио и связь, 1985.

4. Jacobson Steven R. Aircraft Loss of Control Causal Factors and Mitigation Challenges, NASA Dryden Flight Research Center, Edwards, California, 93523.
5. Edwards C. et al. Fault tolerant flight control //Lecture notes in control and information sciences. – 2010. – T. 399. – C. 1-560.

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

Дарьяновский Алексей Алексеевич

студент,

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

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, доцент кафедры №13

«Системы автоматизированного управления»,

Федеральное государственное бюджетное

образовательное учреждение высшего образования

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 нерасчетной 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 их 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	Вероятность, Р
1	Превышение рекомендованной РЛЭ скорости пролёта порога ВПП	0,145
2	Превышение рекомендованной РЛЭ высоты пролёта порога ВПП	0,173
3	Неуход на второй круг при нестабилизированном заходе	0,017
4	Отказы взлётно-посадочных систем и устройств	0,002
5	Посадка с повышенной тягой двигателя	0,014
6	Приземление с отделением от ВПП и его неграмотное исправление	0,015
7	Снижение эффективности торможения, связанное с обеспечением продольной управляемости в условиях бокового ветра	0,25
8	Позднее или неэффективное торможение	0,22
9	Нерасчётное состояние поверхности ВПП	0,01

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 расчёте 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:

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

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

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

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 конструкторс-

кими 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 представлен 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.

ОКСИДНЫЕ ПЛЕНКИ: ВИДЫ, МЕХАНИЗМ ОБРАЗОВАНИЯ, ЗАЩИТНЫЕ СВОЙСТВА

Наринбаев Темур Хамидулла угли

магистрант,

Старооскольский технологический институт

им. А.А. Угарова

(филиал) федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего образования

"Национальный исследовательский технологический

университет "МИСиС",

РФ, г. Старый Оскол

Бакиров Сакен Келесбаевич

магистрант,

Старооскольский технологический институт

им. А.А. Угарова

(филиал) федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего образования

"Национальный исследовательский технологический

университет "МИСиС",

РФ, г. Старый Оскол

Елисеев Дмитрий Николаевич

магистрант,

Старооскольский технологический институт

им. А.А. Угарова

(филиал) федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего образования

"Национальный исследовательский технологический

университет "МИСиС",

РФ, г. Старый Оскол

Гладкая Екатерина Александровна

магистрант,

Старооскольский технологический институт

им. А.А. Угарова

(филиал) федерального государственного автономного

образовательного учреждения высшего образования

"Национальный исследовательский технологический

университет "МИСиС",

РФ, г. Старый Оскол

Тимофеева Анна Стефановна

*научный руководитель, канд. техн. наук, профессор, доцент,
Старооскольский технологический институт
им. А.А. Угарова
(филиал) федерального государственного автономного
образовательного учреждения высшего образования
"Национальный исследовательский технологический
университет "МИСиС",
РФ, г. Старый Оскол*

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос образования оксидных пленок на поверхности железа, на основе литературного анализа определены условия, при которых пленка обладает защитными свойствами, приведен механизм образования и факторы, влияющие на сплошность.

Ключевые слова: металл, окалина, оксид, ион, пленка, железо, окислитель, реакция, окисление, объем, диффузия.

Оксидная плёнка – это плёнка на поверхности металла, образующаяся при определённых условиях в воздухе или окислительной среде и состоящая из окислов этого вещества [1, с.18].

При взаимодействии металла с кислородом возникают оксидные пленки различной толщины, от свойств которых зависит дальнейший процесс окисления [2, с.10].

Образующаяся оксидная пленка может защитить металл от дальнейшего окисления, это возможно при следующих условиях:

- 1) сплошность пленки;
- 2) коэффициент теплопроводности пленки должен быть близок к коэффициенту теплопроводности металла;
- 3) пленка должна обладать хорошей адгезией, т.е. хорошей сцепляемостью с металлом;
- 4) пленка должна быть устойчивой в газовой среде;
- 5) соответствие кристаллической решетки пленки и металла.

Толщина образовавшихся пленок зависит от свойств металла, среды и других факторов. Толщину пленок можно подразделить на несколько видов:

- а) тонкие (невидимые) толщиной от мономолекулярного слоя до 40 нм;
- б) средние (видимые как цвета побежалости), имеющие толщину 40-50 нм;
- в) толстые (видимые) толщиной более 500 нм.

Как уже было отмечено выше, одним из необходимых свойств, которым должны обладать оксидные пленки, способные уменьшить дальнейшее окисление металла, является их сплошность [3, с.32]. Если образующаяся окалина пориста, она не препятствует подходу окислителя к поверхности металла и скорость, тазовой коррозии не уменьшается, несмотря на образование слоев, продуктов реакции. При образовании сплошной (плотной) окалины (при температуре выше 500 °С) с момента начала реакции поверхность металла оказывается отделенной от агрессивной среды защитным слоем продуктов и дальнейшее окисление может осуществляться только путем диффузионного перемещения реагентов (ионов металла и окислителя) через окалину.

В 1923 г. Пиллинг и Бедворт сформулировали критерий (правило ПБ), согласно которому сплошная пленка продуктов коррозии будет образовываться в том случае, если объем моля образующегося оксида будет больше объема моля металла, пошедшего на образование оксида. В противном случае должна образовываться пористая (несплошная), незащитная окалина [4, с.38]:

$$\frac{V_{\text{ок}}}{V_{\text{Me}}} = \frac{Md_{\text{Me}}}{md_{\text{ок}}A} < 1 \text{ — пленка несплошная}$$

$$\frac{V_{\text{ок}}}{V_{\text{Me}}} = \frac{Md_{\text{Me}}}{md_{\text{ок}}A} > 1 \text{ — пленка сплошная}$$

где $V_{\text{ок}}$, V_{Me} – мольный объем оксида и металла соответственно

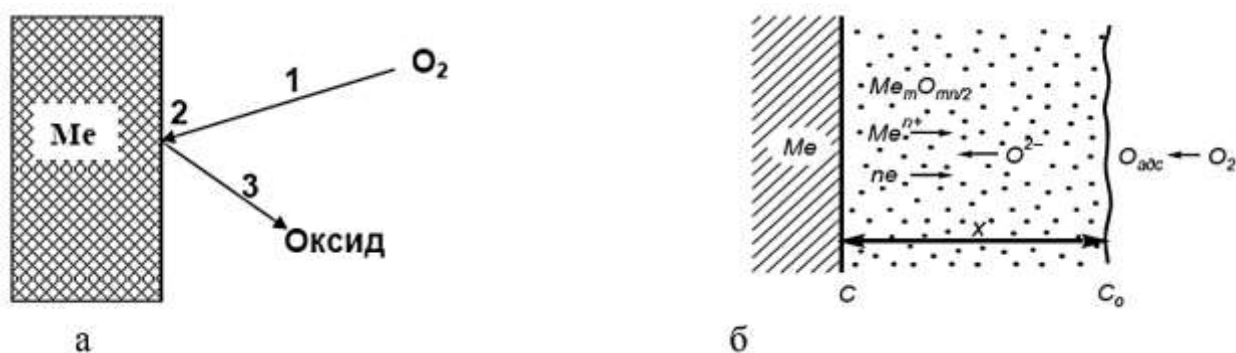
M , A – молекулярная масса оксида и атомная масса металла, соответственно;

$d_{\text{ок}}$ и d_{Me} – плотность оксида и металла;

m – число атомов металла в молекуле оксида.

На поверхности железа даже при комнатной температуре в окислительной атмосфере возникает тонкий защитный слой.

Механизм образования пленки представлен на рисунке 1, из которого можно сделать вывод, что взаимодействие кислорода с поверхностью металла может происходить не только при полном отсутствии пленки, но и при очень тонкой или пористой (несплошной) пленке.



а – при тонкой или пористой пленке; б – при сплошной пленке

Рисунок 1. Схема взаимодействия кислорода с металлом [5, с.80]

1) транспортировка O_2 (в общем случае газообразного вещества) к поверхности металла;

2) адсорбция газа на поверхности металла и химическое взаимодействие;

3) отвод образующихся продуктов (образование оксида).

Если пленка сплошная, то она оказывает торможение проникновению кислорода к металлу. В случае образования сплошной пленки процесс окисления складывается из следующих стадий [5, с.79]:

а) стадия перехода металла в виде ионов и электронов в оксидный слой;

б) транспортировка ионов металла и электронов в оксидном слое;

в) транспортировка кислорода к поверхности раздела оксидная пленка–газ;

г) адсорбция кислорода на поверхности оксидной пленки;

д) ионизация адсорбированного кислорода;

е) транспортировка ионизированного кислорода через оксидную пленку;

ж) стадия химического взаимодействия.

В зависимости от внешних условий, толщины и качества образующейся оксидной пленки скорость процесса определяется скоростью одной из этих стадий. При обычных температурах реакция окисления протекает по законам химической кинетики. С увеличением температуры скорость химической реакции быстро увеличивается, а диффузии возрастает очень медленно, в результате чего при высоких температурах скорость коррозии начинает подчиняться законам диффузии. Диффузионный характер процесса проявляется тем резче, чем толще пленка и чем она качественнее. Чем выше защитные свойства пленки, тем меньше скорость ее роста. Поэтому скорость роста пленки обратно пропорциональна толщине.

Таким образом, Пиллинг и Бедворт обосновали случай роста окалины на внутренней границе раздела фаз за счет диффузии ионов окислителя через решетку оксида. Однако в большинстве случаев решающую роль в процессе образования окалины играет диффузия ионов металла через оксидный слой. При этом образование окалины происходит не на внутренней, а на внешней границе, т.е. на границе раздела оксид-окислительная среда. Здесь пространство, которое занимает образующийся продукт, ничем не ограничено и никак не связано с объемом прореагировавшего металла [4, с.39]. Если рассматривать образование пленки при комнатной температуре, то изначально образуется гематит, далее переход идет в сторону магнетита, однако процессы, характерные для данного перехода учитывая комнатную температуру идут очень медленно. В целом же, наиболее «богатые» металлом оксиды располагаются ближе к поверхности металла, а соединения, содержащие в наибольшем количестве кислород, находятся ближе к наружной поверхности раздела оксид-кислород. Непосредственно на металле располагается слой вюстита FeO , затем идут соответственно слой магнетита Fe_3O_4 и гематита Fe_2O_3 [6, с.23].

Таким образом, в данной статье был изучен механизм образования оксидных пленок. Оксидные пленки могут образовываться даже при комнатной температуре, толщина до 40 нм (невидимы), такие пленки защищают металл от

окисления, однако не препятствуют полному предотвращению поступления кислорода к поверхности металла, во многом степень защиты зависит от сплошности пленок.

Список литературы:

1. Основы техники безопасности на предприятиях химической промышленности [Текст] / В.П. Кушелев. - 3-е изд., перераб. - Москва : Химия, 1977. – 279 с.
2. Процессы вторичного окисления железа : учебное пособие / А. С. Тимофеева [и др.]. – Старый Оскол : ТНТ, 2019. – 116 с.
3. Курс теории коррозии и защиты металлов / Н.П. Жук : Учеб. пособие для студентов металлург. специальностей вузов. - Москва : Металлургия, 1976. – 472 с.
4. Специальные стали : Учеб. для студентов вузов, обучающихся по специальности "Металловедение и терм. обраб. металлов" / М. И. Гольдштейн, С. В. Грачев, Ю. Г. Векслер. - 2. изд., перераб. и доп. - М. : МИСИС, 1999. – 407 с.
5. Основы металловедения и теории коррозии / Малахов А.И. Жуков А.П. - М.: Высшая школа, 1978. – 192 с.
6. Коррозия и защита металлов в газовых средах: Практикум. – М.: Изд. Дом МИСиС, 2009. – 101 с.

ДЛЯ ЗАМЕТОК

**ТЕХНИЧЕСКИЕ
И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ НАУКИ.
СТУДЕНЧЕСКИЙ НАУЧНЫЙ ФОРУМ**

*Электронный сборник статей по материалам LVII
студенческой международной научно-практической конференции*

№ 1 (57)
Январь 2023 г.

В авторской редакции

Издательство «МЦНО»
123098, г. Москва, ул. Маршала Василевского, дом 5, корпус 1, к. 74
E-mail: mail@nauchforum.ru

16+

