

УДК 004. 588

ББК 74.5

К21

Ю. А. Караваяев

Иркутск, Россия

С. А. Ходацкий

Иркутск, Россия

ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ЭКИПАЖА НА БЕЗОПАСНОСТЬ ПОЛЕТОВ

В статье сформулированы общие подходы к формированию алгоритма оценки влияния уровня информационной поддержки экипажа на этапе локализации отказов шасси на безопасность полетов. На конкретных примерах, связанных с летными инцидентами, показана возможность использования данных алгоритмов для оценки функциональной эффективности экипажа в процессе компенсации отказов различных систем воздушного судна.

Ключевые слова: безопасность полётов, информационная поддержка экипажа, локализация отказов, особая ситуация.

Yu. A. Karavaev

Irkutsk, Russia

S. A. Khodatskiy

Irkutsk, Russia

THE INFLUENCE OF A CREW INFORMATION SUPPORT LEVEL ON SAFETY FLIGHTS

The article formulates general approaches to the impact assessing algorithm formation of the crew information support level at the stage of landing gear failures local-

ization on safety flights. The possibility of using these algorithms to assess the functional efficiency of the crew in the process of various aircraft systems failures compensating is shown through the specific flight incidents examples.

Keywords: safety, crew information support, failure localization, a special case.

Обеспечение безопасности полетов при воздушных перевозках пассажиров и грузов является приоритетной задачей государства. При этом в условиях рыночной экономики роль государства заключается во введении требований ко всем элементам авиационно-транспортной системы (АТС) и организации контроля за их исполнением.

С точки зрения обеспечения безопасности полетов, АТС – это человеко-машинная система, элементы которой взаимодействуют в процессах подготовки и выполнения полетов и подвержены воздействию многих внешних факторов.

Многочисленную совокупность факторов, влияющих на безопасность полетов, можно представить тремя группами: технические, человеческие и внесистемные. Эти факторы, соответственно, определяются надежностью или отказами авиационной техники, ошибками авиационного персонала и неблагоприятными внешними условиями полета.

Все подсистемы АТС вносят определенный вклад в обеспечение безопасности полетов. Но, в этом обеспечении нужно учитывать особую, определяющую роль подсистемы «Экипаж – воздушное судно». Экипаж, как конечное звено АТС, выполняя полет, ощущает недостатки конструкции воздушного судна, системы управления воздушным движением, организации и обеспечения полетов, а также отрицательные воздействия внешней среды. Все остальные подсистемы АТС в своем влиянии на безопасность полетов опосредствованы действиями летного экипажа.

Функциональная эффективность экипажа зависит от уровня профессиональной подготовки, дисциплины, психофизиологического состояния и уровня информационной поддержки его деятельности.

Информационная поддержка экипажа заключается в предоставлении ему предупреждающей информации, связанной с возможным усложнением условий полета в связи с негативными изменениями параметров внешней среды, нарушением работоспособности функциональных систем воздушного судна, приближением параметров полета к критическим значениям.

Информационная поддержка экипажа осуществляется на всех этапах полета с помощью бортового оборудования и органов организации воздушного движения и направлена на решение двух основных задач:

- обеспечение данными, позволяющими в режиме «online» определять отклонения параметров функционирования подсистемы «Экипаж – воздушное судно» от установленных значений и вырабатывать мероприятия, направленные на устранение этих отклонений;
- обеспечение данными, позволяющими спрогнозировать изменение параметров функционирования подсистемы «Экипаж – воздушное судно» на этапе компенсации негативных воздействий внешней среды, а также отказов функциональных систем воздушного судна.

Усложнение условий полета характеризуется незначительным увеличением психофизиологической нагрузки на экипаж или незначительным ухудшением устойчивости и управляемости воздушного судна. Усложнение условий полета не приводит к необходимости немедленного или непредусмотренного изменения плана полета и не препятствует его благоприятному окончанию. Однако из-за ошибочных действий экипажа, либо из-за недостатка информации, как показывает практика, особая ситуация на борту воздушного судна может ухудшиться по цепочке: усложнение условий полета, сложная, аварийная и катастрофическая ситуации.

Отметим, что локализация отказа в полете заключается в восстановлении работоспособности системы с целью благополучного завершения полета. Как показывает практика, возможны следующие варианты алгоритмов локализации отказов в зависимости от полноты предоставления информации экипажу:

- появление неисправности, не индицируется бортовой информационной системой, *рис. 1, а*. При этом работоспособность системы сохраняется, однако качество выполняемых функций снижается. При наличии неблагоприятных факторов возможно появление отказа. Возможность благополучного завершения полета во многом будет определяться уровнем профессиональной подготовки экипажа;

- появление отказа индицируется бортовой информационной системой. Удастся локализовать отказ по алгоритму, приведенному в руководстве по производству полетов, *рис. 1, б*;

- появление отказа индицируется бортовой информационной системой. Локализовать отказ по алгоритму, приведенному в руководстве по производству полетов, не удастся. Для локализации отказа требуется дополнительная информация, *рис. 1, в*. При отсутствии дополнительной информации возможно развитие событий по цепочке: сложная, аварийная и катастрофическая ситуации.

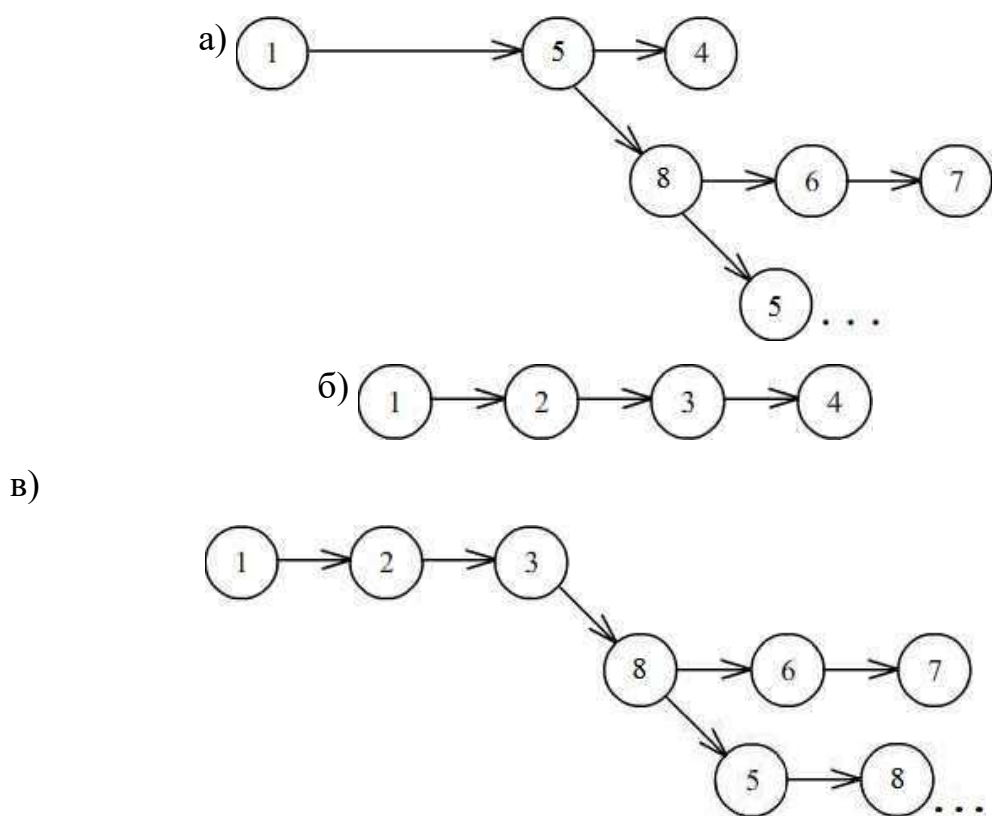


Рис. 1. Цепочка событий развития особой ситуации

Принятые обозначения событий:

1 – появление отказа (неисправности);

2 – появление сообщения бортовой информационной системы;

3 – действия экипажа после анализа информации;

4 – отказ локализован;

5 – отсутствие дополнительной информации, необходимой для локализации отказа;

6 – предоставление дополнительной информации бортовым оборудованием;

7 – отказ локализован по дополнительному алгоритму;

8 – отказ не локализован, проявилась сложная ситуация.

Остановимся более подробно на анализе каждой из возможных полетных ситуаций.

23.08.2013 самолёт Ан-148 (RA-61704), выполняющий рейс Минводы – Санкт-Петербург, при взлёте потерял шину передней стойки шасси [Ан-148: Происшествия и инциденты – Sukhoi Superjet 100 // [Электронный ресурс].

<http://interfax.ru/russia/news.asp?id=325027> (дата обращения: 10.12.2017)].

Функциональные возможности бортовой информационной системы не позволяют индицировать данную неисправность. Поскольку на передней опоре размещается два колеса, то работоспособность шасси сохранилась, но его функциональные возможности существенно снизились. Вероятность возникновения отказа при пробеге самолета существенно возросла.

Благодаря отсутствию внешних негативных факторов на этапе посадки полет был благополучно завершен. При этом события развивались по цепочке: 1 – 5 – 4, *рис. 1, а*. Локализация отказа была обеспечена запасом прочности шины оставшегося колеса на передней опоре.

Однако при наличии бокового ветра для стабилизации прямолинейного движения самолета по ВПП потребуется управление передними колесами. Так как на передней опоре число шин уменьшилось с двух до одной, то и сила трения шины о поверхность ВПП снизилась в два раза. Потребный угол поворота колеса

для парирования разворота самолёта возрастёт, а нагрузки на шину значительно увеличатся, что с высокой долей вероятности приведет к ее разрушению.

Внезапное возникновение отказа вызывает повышение психоэмоционального состояния экипажа и требует определенного времени для оценки ситуации и принятия решения, в течение которого ситуация может перейти в сложную (цепочка событий 1 – 5 – 8 – 5 ...), а при совершении ошибочных действий – в аварийную и катастрофическую.

При расширении возможностей бортовой информационной системы экипаж до посадки будет проинформирован о неисправности и заблаговременно спланирует действия, необходимые для локализации возникающего в процессе пробега отказа (выработка излишек топлива, определение дополнительных управляющих воздействий, направленных на снижение нагрузок на переднее колесо в виде раздельного торможения основных колес, остановка одного из двигателей на этапе пробега для создания стабилизирующего момента). Процесс будет развиваться по цепочке 1 – 5 – 8 – 6 – 7.

Несомненный интерес представляет оценка эффективности дополнительной информации, предоставляемой экипажу на этапе усложнения полета.

Анализ причин авиационных происшествий и инцидентов свидетельствует, что в большинстве случаев в процессе развития особой ситуации возникают события, которые последовательно усложняют ситуацию в полете. По статистическим данным, свыше 70 % авиационных происшествий обусловлены возникновением в полете совокупности неблагоприятных факторов. Как правило, это совокупность нескольких факторов, связанных с деятельностью экипажа, функциональной эффективностью ВС и условиями внешней среды.

Для оценки эффективности мероприятий по расширению возможностей бортовой информационной системы воспользуемся постулатами Д. Петерсена [Постулаты Безопасности полётов. Проект КАССАНДРА // [Электронный ресурс]. – 2012. <http://www.shpls.org/old/labour-2/safe-aviation/576-postulaty-bezopasnosti-poljotov> (дата обращения: 01.03.2018)], рис. 2, которые позволяют представить процесс предотвращения авиационных происшествий в виде цепи событий,

направленных на локализацию отказа. В этом случае вероятность локализации отказа может быть определена соотношением:

$$p = \frac{m}{n+m},$$

где m – число событий, связанных с реализацией возможных алгоритмов локализации отказа;

n – общее число возможных ситуаций при локализации отказа;

$n + m$ – общее число звеньев в цепи событий на этапе локализации отказа.

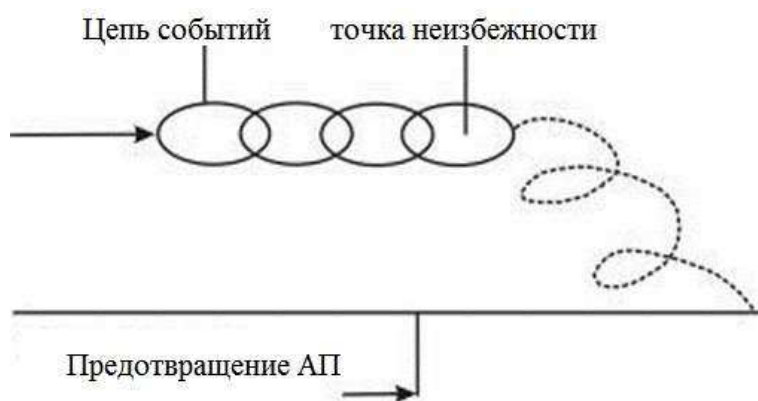


Рис. 2. Концепция предотвращения летных происшествий

Тогда вероятность локализации отказа за счет запаса прочности шины (по цепочке событий 1 – 3 – 4) составляет

$$p = \frac{1}{4 + 1} = 0,2.$$

Число возможных ситуаций при локализации отказа:

- отказ компенсирован;
- сложная ситуация,
- аварийная ситуация;
- катастрофическая ситуация.

Число событий, связанных с реализацией возможных алгоритмов локализации отказа:

- использование запаса прочности шины.

При локализации цепочка событий 1 – 3 – 8 – 5 число событий, связанных с локализацией отказов, возрастет:

- использование запаса прочности шины;
- спонтанно выполняемые действия.

Поэтому

$$p = \frac{2}{4 + 2} = 0,33.$$

При локализации отказа по цепочке событий 1 – 3 – 8 – 6 – 7 оцениваемый показатель увеличится и составит

$$p = \frac{3}{4 + 3} = 0,43.$$

Число событий, связанных с реализацией возможных алгоритмов локализации отказа:

- использование запаса прочности шины;
- выполнение подготовительных операций для компенсации отказа;
- спонтанно выполняемые действия.

Таким образом, при появлении информации о неисправности вероятность локализации отказа в процессе посадки воздушного судна возрастет в 1,3 раза.

Рассмотрим возможные алгоритмы компенсации отказов, связанных с неполной уборкой шасси.

21.12.2011. Ан-148 (RA-61704) при выполнении рейса ПЛ-175 Санкт – Петербург – Внуково после взлета не погасла лампочка выпущенного положения передней опоры шасси. Экипаж принял решение о возврате на аэродром вылета Пулково и выработке топлива в зоне ожидания. Шасси выпущены от основной системы управления. Причиной не уборки передней опоры шасси явился отказ концевого выключателя ВКП-Д713 [Информация по безопасности полетов СЗ МТУ ВТ за 4 квартал 2011 года / Письмо Росавиации от 25.01.2012 N 03-13/24 // [Электронный ресурс]. <http://lawru.info/dok/2012/01/25/n179409.htm> (дата обращения: 01.03.2018)].

В данном случае процесс локализации отказа осуществляется штатно путем прекращения выполнения полетного задания (цепочка событий 1 – 2 – 3 – 4) и связан с предоставлением бортовой информационной системой ложного сооб-

щения об отказе. На безопасность полетов события данного типа прямого влияния не оказывают, но связаны со значительными экономическими потерями авиакомпаний (не окупаемые затраты на топливо, различные виды авиационного обеспечения, расход ресурса авиадвигателей).

Вероятность локализации отказа по цепочке событий $1 - 2 - 3 - 4$, *рис. 1, б*, составляет

$$p = \frac{1}{4 + 1} = 0,2.$$

После получения дополнительной информации экипаж может принять решение о продолжении полета, предварительно получив разрешение органов организации воздушного движения. События будут развиваться по цепочке, которая представлена на *рис. 3*.

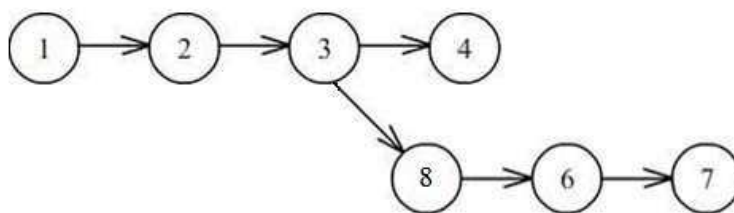


Рис. 3. Цепочка событий развития особой ситуации

При поступлении дополнительной информации число возможных событий, связанных с локализацией отказа, не изменится (вместо прекращения полётного задания и посадки в аэропорту вылета появляется альтернативное решение – продолжение полётного задания и посадка в аэропорту назначения).

Вероятность локализации отказа по цепочке событий $1 - 2 - 3 - 8 - 6 - 7$, *рис. 3*, составляет:

$$p = \frac{1}{4 + 1} = 0,2.$$

Рассмотрим возможные алгоритмы компенсации отказов, связанных с не выпуском передней опоры шасси.

18 ноября 1994 г., во время тренировочного полета при выполнении захода на посадку в аэропорту Будапешт, не выпустилась носовая опора шасси на самолете Ту-134А-3 как от основной, так и от аварийной системы [Демин А. Ту-134 – последние полеты / *Авиация и время*» 2010 // [Электронный ресурс]. http://www.libma.ru/transport_i_aviacija/aviacija_i_vremja_2010_06/p7.php (дата обращения: 21.02.2018)].

Необходимо указать, что локализация отказа системы выпуска шасси на современных воздушных судах осуществляется путем дублирования, как правило двукратного, основного канала управления. Так, при локализации отказа экипаж использует штатный алгоритм компенсации отказа, включающий:

- выпуск шасси от основной гидросистемы;
- выпуск шасси от дублирующей гидросистемы;
- аварийный выпуск шасси;
- аварийная посадка в нештатной конфигурации самолета (передняя опора шасси в промежуточном положении).

В этом случае вероятность локализации отказа составляет

$$p = \frac{4}{4+4} = 0,5.$$

Так как на самолете Ту-134А-3 предусмотрена возможность контроля положения носовой опоры при выпуске через смотровое окно, то экипаж сумел получить дополнительную информацию. Обеспечив доступ в нишу носовой опоры шасси с помощью аварийного топора, экипажу удалось локализовать отказ в соответствии с цепочкой событий 1 – 2 – 3 – 8 – 6 – 7. Полет был завершен благополучно.

Вероятность локализации отказа по цепочке событий 1 – 2 – 3 – 8 – 6 – 7, *рис. 1, в*, составляет

$$p = \frac{5}{4 + 5} = 0,56.$$

Таким образом, приведенный ряд примеров показал, что повышение уровня информационного обеспечения летного экипажа существенно повышает эффективность его работы в процессе локализации отказов, что способствует повышению безопасности полетов.

Необходимо отметить, что за период 2013 г. ... 2017 г. количество инцидентов, связанных с отказами шасси, не снижалось ниже 20 % [Анализ состояния безопасности полётов в авиапредприятиях и эксплуатантах, подведомственных ЗС МТУ Росавиации, в 2016 году // [Электронный ресурс]. – 2016 [http://www.sibfana.ru/files/Analiz_2016\(1\).pdf](http://www.sibfana.ru/files/Analiz_2016(1).pdf) (дата обращения: 12.01.2018)], причем основная доля инцидентов была связана с отказами средств сигнализации, или элементов замков выпущенного и убранного положения шасси. Учитывая, что установка смотрового окна для оценки технического состояния этих элементов малоэффективна, то в качестве альтернативного решения указанной задачи возможно использование малогабаритной видео или фотоаппаратуры, способной воспроизводить хорошие снимки при слабом освещении.

Оперативное получение дополнительной информации о характере появившейся неисправности позволяет экипажу предпринимать действия по компенсации отказа еще до того момента времени, когда усложнение условий полета не перешло в фазу развития аварийной или катастрофической ситуации.

Однако в составе экипажа современных воздушных судов отсутствует специалист, способный выполнить анализ получаемой с данной аппаратуры информации. Поэтому актуальной становится задача по передаче собранной на борту видео и фотоинформации наземным станциям.

Предлагаемый способ повышения уровня информационного обеспечения летного экипажа не оказывает влияния на число инцидентов, связанных с отказами системы выпуска – уборки шасси, но повышает вероятность благополучного завершения полёта и позволяет снизить эксплуатационные затраты авиапредприятий.

Библиографический список

1. Ан-148: Происшествия и инциденты - Sukhoi Superjet 100 // [Электронный ресурс]. URL: <http://d3g0gp89917ko0.cloudfront.net/v--95415cd81222http://interfax.ru/russia/news.asp?id=325027> (дата обращения: 10.12.2017).
2. Анализ состояния безопасности полётов в авиапредприятиях и эксплуатантах, подведомственных ЗС МТУ Росавиации, в 2016 году // [Электронный ресурс]. – 2016 [http://www.sibfana.ru/files/Analiz_2016\(1\).pdf](http://www.sibfana.ru/files/Analiz_2016(1).pdf) (дата обращения: 12.01.2018).
3. Демин А. Ту-134 – последние полеты / «Авиация и время» 2010 06 // [Электронный ресурс]. http://www.libma.ru/transport_i_aviacija/aviacija_i_vremja_2010_06/p7.php (дата обращения: 21.02.2018).
4. Информация по безопасности полетов СЗ МТУ ВТ за 4 квартал 2011 года / Письмо Росавиации от 25.01.2012 N 03-13/24 // [Электронный ресурс] <http://lawru.info/dok/2012/01/25/n179409.htm> (дата обращения: 01.03.2018).
5. Постулаты Безопасности полётов. Проект КАССАНДРА // [Электронный ресурс]. – 2012 <http://www.shpls.org/old/labour-2/safe-aviation/576-postulaty-bezopasnosti-poljotov> (дата обращения: 01.03.2018).

References

1. An-148: accidents and incidents Sukhoi Superjet 100 // [Electronic resource]. - URL: <http://d3g0gp89917ko0.cloudfront.net/v--95415cd81222>; <http://interfax.ru/russia/news.asp?id=325027> (access date: 10.12.2017) (access date: 12.01.2018). (In Russian)
2. Analysis of the state of safety in the airlines and operators within the jurisdiction of the WS ITD to Rosaviation, in 2016 // [Electronic resource]. — 2016 — URL: [http://www.sibfana.ru/files/Analiz_2016\(1\).pdf](http://www.sibfana.ru/files/Analiz_2016(1).pdf) (access date: 12.01.2018). (In Russian)
2. Demin A.(2010) Tu-134 is the last flight / aviation and times" in 2010 06 // [Electronic resource].- URL: http://www.libma.ru/transport_i_aviacija/aviacija_i_vremja_2010_06/p7.php (access date: 21.02.2018). (In Russian)
3. Information on safety of flights of northwest interregional territorial administration of air transport for the 4th quarter 2011 / the Letter of Rosaviatsia of 25.01.2012 N 03-13/24 // [Electronic resource]. - URL: <http://lawru.info/dok/2012/01/25/n179409.htm> (access date: 01.03.2018). (In Russian)
4. The tenets of Safety. KASSANDRA project (2012) // [Electronic resource]. – 2012. - URL: <http://www.shpls.org/old/labour-2/safe-aviation/576-postulaty-bezopasnosti-poljotov> (access date: 01.03.2018). (In Russian)