

Казак В.М., д.т.н.,
Тачинина Е.Н., к.т.н.,
Тачинин Е.В.

КОНЦЕПЦИЯ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТА ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ БОРТОВОЙ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ИНТЕГРИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ В ОСОБЫХ СИТУАЦИЯХ В ПОЛЕТЕ

Национальный авиационный университет

Предложена структура бортовой интеллектуальной интегрированной системы управления самолетом, которая позволит решать задачи прогнозирования развития полетных ситуаций, их анализа, выдачи экипажу однозначных и своевременных рекомендаций, необходимых для предотвращения перехода нештатной ситуации в аварийную и катастрофическую

Вступление

Анализ состояния безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства за

20-летний период (1992-2011 г.г.) показывает [1-9] (рис. 1) что динамика изменения уровня безопасности полетов (БП) не имеет определенной тенденции к росту его показателя.

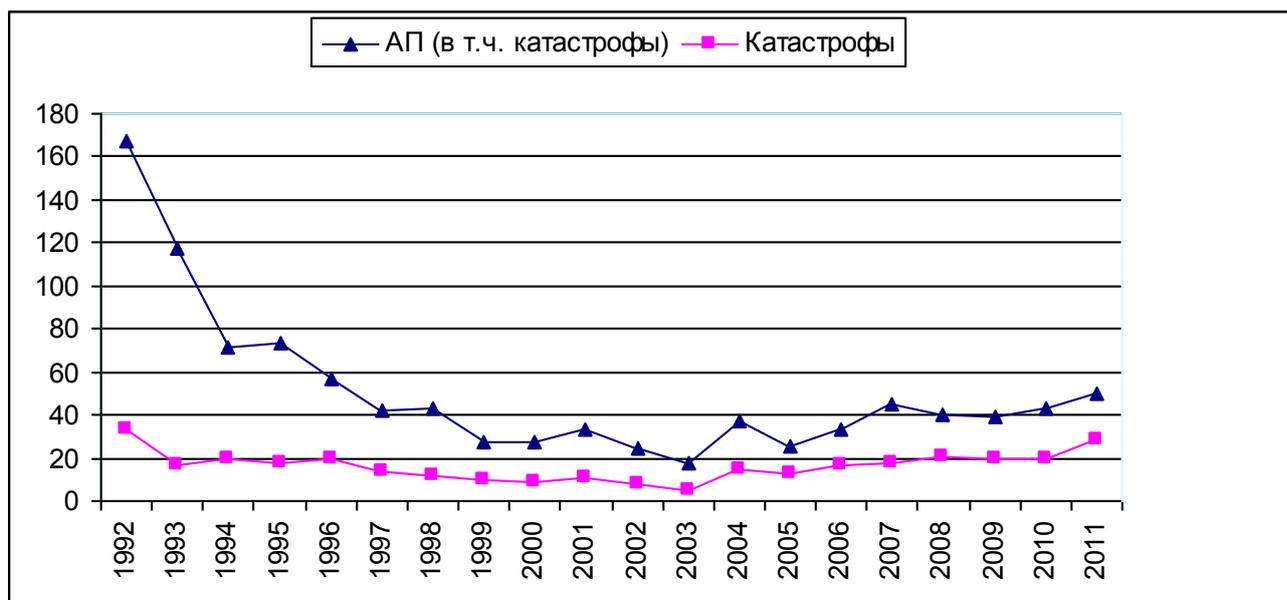


Рис. 1. Распределение авиационных происшествий в том числе катастроф в гражданской авиации государств участников Соглашения за период 1992-2011 гг.

При этом сравнение относительных показателей аварийности по отдельным государствам-участникам Соглашения за этот период также свидетельствует об отсутствии принципиальных различий между ними. (табл. 1).

В связи с тем, что основная доля авиационных работ (~60%) [2] от общего объема приходится на сферу пассажирских регулярных перевозок, и по существу этот вид авиационных перевозок является основным критерием уровня безопасности полетов при авиаперевозках, то является целесообразным провести исследование динамики изменения

уровня безопасности полетов при регулярных пассажирских перевозках транспортными самолетами 1-3 классов за 10-летний период с 2002 по 2011 г.г., а также выявить основные причины аварийности.

Анализ динамики показателей безопасности полетов при регулярных пассажирских перевозках за период 1992-2011 гг.

Анализ отчетов МАК о состоянии безопасности полетов в гражданской авиации государств-участников Соглашения за период 1992-2012 г.г. показал (табл. 3, 4), что

показатели уровня безопасности полетов при регулярных пассажирских перевозках транспортными самолетами 1-3 классов также не имеют определенной тенденции к росту их

показателей, как и показателей уровня безопасности полетов по всему парку самолетов в целом (рис 1, 2, табл. 1, 2, 3).

Таблица 1. Распределение абсолютных показателей аварийности в гражданской авиации по государствам - участникам Соглашения за период 2002-2011 г.г.

| Госуд/Годы | Авиационные происшествия (в т.ч. катастрофы) | | | | | | | | | | Катастрофы | | | | | | | | | |
|----------------------|---|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 | 02 | 03 | 04 | 05 | 06 | 07 | 08 | 09 | 10 | 11 |
| Азербайджан | 1 | - | 1 | 1 | - | 1 | - | 1 | 1 | 2 | - | - | 1 | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 |
| Армения | - | - | - | - | 3 | - | 2 | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Беларусь | - | - | 3 | - | 1 | 3 | 3 | - | 2 | 1 | - | - | 1 | - | - | - | 1 | - | 1 | 1 |
| Грузия | - | - | 1 | 2 | - | 3 | - | - | 3 | 1 | - | - | 1 | 1 | - | 2 | - | - | 2 | 1 |
| Казахстан | - | 1 | 1 | - | 2 | - | 2 | 1 | 3 | 1 | - | 1 | - | 1 | - | 1 | 1 | 1 | 3 | - |
| Кыргызия | - | - | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 2 | 1 | 1 | - | - | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - |
| Молдова | 1 | 1 | 3 | 3 | 4 | 2 | 1 | 2 | - | - | - | - | 1 | 3 | 1 | 1 | - | - | - | - |
| Российская Федерация | 21 | 9 | 17 | 12 | 13 | 23 | 25 | 24 | 24 | 38 | 7 | 2 | 6 | 7 | 10 | 13 | 14 | 14 | 11 | 22 |
| Таджикистан | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - |
| Туркмениста | - | - | - | - | 1 | - | - | 1 | - | - | - | - | - | 1 | - | - | - | - | - | - |
| Узбекистан | - | 3 | 3 | - | 2 | 3 | - | 2 | 1 | - | - | - | 1 | - | 2 | - | - | - | - | - |
| Украина | 1 | 4 | 6 | 6 | 6 | 8 | 5 | 6 | 8 | 6 | 1 | 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 3 | 4 | 3 | 3 |
| ИТОГО | 24 | 18 | 37 | 25 | 33 | 45 | 40 | 39 | 43 | 50 | 8 | 5 | 15 | 13 | 17 | 18 | 21 | 20 | 20 | 28 |

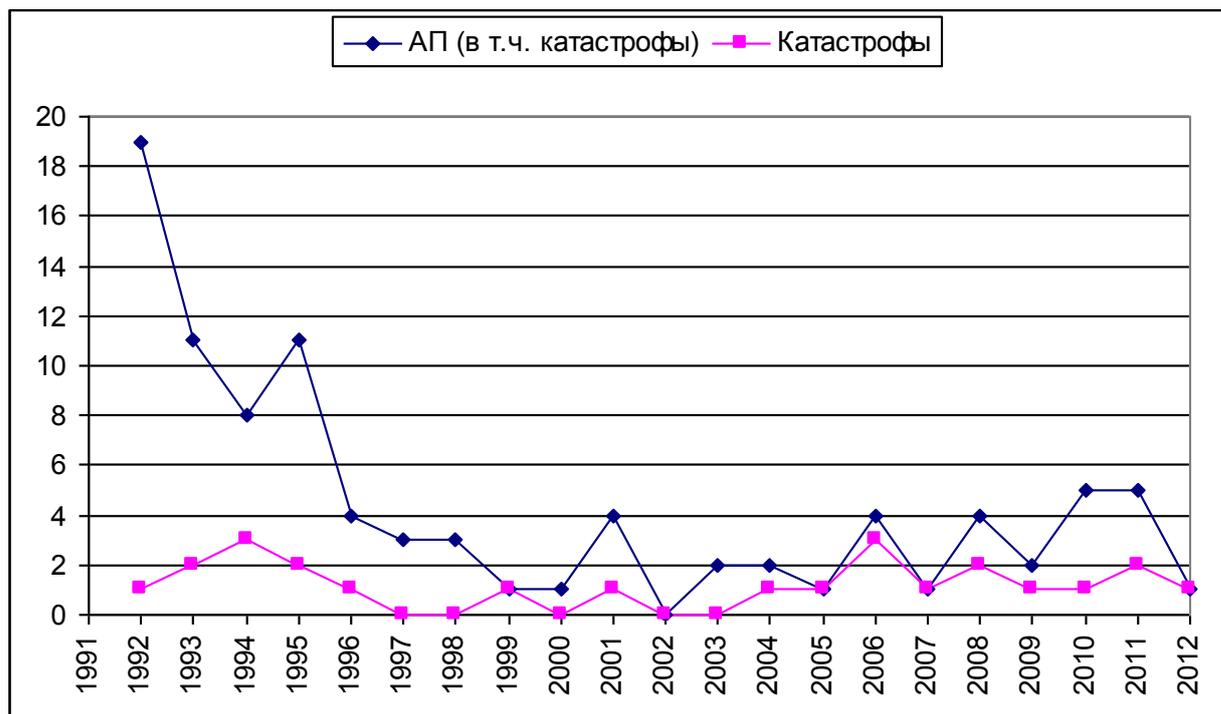


Рис. 2. Показатели аварийности при регулярных пассажирских перевозках транспортными самолетами 1-3 классов по годам

Таблица 2. Показатели аварийности при регулярных пассажирских перевозках транспортными самолетами 1-3 классов 1992-2001 г.г.

| Годы | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | Всего |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| АП (в.т.ч. катастрофы) | 19 | 11 | 8 | 11 | 4 | 3 | 3 | 1 | 1 | 4 | 65 |
| Катастрофы | 1 | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 11 |
| Количество погибших | 84 | 198 | 227 | 150 | 5 | 0 | 0 | 2 | 0 | 145 | 811 |

Таблица 3. Показатели аварийности при регулярных пассажирских перевозках транспортными самолетами 1-3 классов 2002-2012 г.г.

| Годы | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | Всего |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|
| АП (в.т.ч. катастрофы) | 0 | 2 | 2 | 1 | 4 | 1 | 4 | 2 | 5 | 5 | 1 | 27 |
| Катастрофы | 0 | 0 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 1 | 1 | 2 | 1 | 13 |
| Количество погибших | 0 | 0 | 37 | 23 | 408 | 6 | 152 | 15 | 12 | 10 | 33 | 696 |

Результаты проведенного анализа материалов отчетов комиссии по расследованию авиационных происшествий МАК[12] за рассматриваемый период в этом классе авиационных работ подтвердили определяющее влияние на возникновение и развитие авиационных происшествий человеческого фактора и позволили выявить и ранжировать основные ошибки экипажей приведших к таким последствиям (табл. 4.).

Из анализа табл. 4 следует, что наиболее характерными ошибками являются несвоевременные и неадекватные действия экипажа, отсутствие необходимого контроля пилотов за параметрами полета, вывод самолета при полете в штурвальном режиме на закритические углы атаки.

Борьба за их устранение ведется по нескольким направлениям, одним из которых является интенсификация информационного обеспечения экипажа воздушного судна (ВС).

В последнее время оборудование современных транспортных самолетов обеспечивает их экипажи значительным перечнем предупреждающей сигнальной информации о воздействии на самолет как внутренних неблагоприятных процессов, например, отказов авиационной техники или грубых ошибок пилотирования, так и внешних факторов—столкновение с другими ВС или поверхностью земли, попадания в сильный сдвиг ветра таких как:

В то же время анализ материалов расследования этих АП [12] показывает что в ряде случаев экипаж игнорировал или отключал предупреждающую сигнализацию о приближении и даже выходе параметров полета ВС и работы его отдельных

функциональных систем за назначенные ограничения.

Очевидно, что в сложных ситуациях в полете при одновременном воздействии нескольких дестабилизирующих факторов таких, таких как сочетание сложных метеоусловий с отказами в системах воздушного судна или появлении разнообразных указаний от противоречивых источников сигнальной информации, экипаж испытывает затруднение в принятии правильного и своевременного решения. Это связано, прежде всего, с наличием предельными психофизиологическими возможностями пилота, обусловленных его пропускной способностью в восприятии и анализе чрезвычайно быстро меняющейся информации в условиях острого дефицита времени.

Одним из направлений, позволяющих облегчить в этих условиях работу экипажа по обработке поступающей информации и принятию решения, а также снизить количество принятых ошибочных решений может стать исследование и разработка бортовой интеллектуальной системы управления (ИСАУ), обеспечивающей интеграцию выходной информации от систем и датчиков, характеризующих поточные параметры полета ВС, с рекомендациями экипажу по действиям в сложившейся особой ситуации в полете.

Такая ИСАУ должна выполнять следующие функции [10-11]:

- наблюдателя, в случаях, когда параметры полета находятся в допустимых пределах;
- извещателя, в случаях, когда параметры полета будут приближаться к их критическим значениям;

- корректора, в случаях, когда параметры полета достигнут границы выхода за предельно допустимые значения;

- активатора, в случаях, когда параметры полета вышли за предельно допустимые значения и экипаж не в состоянии вернуть их в

требуемые для данной полетной ситуации пределы.

Функцией наблюдателя является отслеживание правильности действий экипажа.

Таблица 5. Распределение причин авиационных происшествий при регулярных пассажирских перевозках транспортными самолетами 1-3 классов 2002-2012 г.г.

| Этап полета | Причины АП (в т. ч. К) | Кол. АП (в т. ч. К) |
|----------------|---|---------------------|
| Посадка | Организационно-технологические и процедурные недостатки в работе и взаимодействии служб метеорологического обеспечения и управления воздушным движением, а также ошибок в действиях экипажа | 5 |
| | Недостаточные и неадекватные воздействия командира ВС на органы управления для предотвращения перехода ситуации в катастрофическую | 5 |
| | Непринятие экипажем решения об уходе на второй круг с ВПП и продолжение снижения при отсутствии визуального контакта с наземными ориентирами | 5 |
| | Вывод самолета при полете в штурвальном режиме на закритические углы атаки | 3 |
| | Отсутствие необходимого контроля со стороны второго пилота за параметрами снижения | 2 |
| | Неадекватные действия экипажа при выполнении маневра для предупреждения столкновения со стаей птиц; | 2 |
| | Столкновение самолета с деревьями из-за преждевременного снижения (ухода под глиссаду) и отсутствия реакции экипажа на более чем 30-секундное срабатывание системы сигнализации сближения с землей | 2 |
| | Ошибочные и бесконтрольные действия экипажа на этапе пробега, после посадки самолета | 1 |
| | Ошибки экипажа при выполнении вынужденной посадки из-за отказа двигателя | 1 |
| | Возникновение пожара в грузовом отсеке самолета из-за нарушения изоляции электрожгутов вследствие длительной эксплуатации ВС в условиях жаркого климата | 1 |
| | Столкновения самолета с землей за пределами ВПП при уходе на второй круг в СМУ | 1 |
| | Потеря управляемости в полёте из-за разрушения проводки управления элеронами вследствие возгорания жгутов проводов бортовой электросети самолета | 1 |
| | Разрушение передней опоры шасси и силовых элементов фюзеляжа, при выкатывании ВС на заснеженный грунт в процессе неуправляемого движения, обусловленного юзом колес основных опор шасси, возникшем при попытке экипажа изменить направление движения самолета для сруливания с ВПП на скорости, превышающей скорость руления, рекомендованную РЛЭ для данных погодных условий | 1 |

| Этап полета | Причины АП (в т. ч. К) | Кол. АП (в т. ч. К) |
|-------------|---|---------------------|
| Взлет | Нарушение технологии работы и правил ведения радиообмена как со стороны экипажа самолета так и службы УВД | 2 |
| | Разрушение ВС при движении по земле после его грубого приземления | 1 |
| | Преждевременная уборка шасси при разбеге вследствие нарушения бортмехаником требований РЛЭ ВС и Инструкции по взаимодействию и технологии работы членов экипажа самолета | 1 |
| | Нарушение КВС требований ФАП-128 и РЛЭ при подготовке к взлету на исполнительном старте не проконтролировал работу системы управления передней опорой шасси и не предпринял мер по прекращению взлета | 1 |
| | Возникновения пожара на борту самолета из-за нештатного несинхронизированного включения двух генераторов на параллельную работу которое произошло вследствие неудовлетворительного технического состояния контактных групп контакторов включения основных генераторов на сеть, поврежденных в результате длительной безремонтной эксплуатации | 1 |
| | Столкновение самолета с землей сразу после взлета из-за одновременного выключения двух двигателей в результате попадания в них птиц | 1 |
| | Всего | 37 |

В режиме извещателя интеллектуальная система управления анализируя выходные сигналы о текущих параметрах полета, будет выполнять задачи прогнозирования развития полетной ситуации, оценки его результатов, формирования и выдачи экипажу соответствующих подсказок и рекомендаций по действиям в каждый конкретный момент развивающейся особой ситуации, необходимых для предотвращения или максимально возможного замедления развития авиационного происшествия, а также оказания необходимых консультаций по запросу экипажа в диалоговом режиме.

В режиме корректора ИСАУ будет определять приоритет перераспределения функций управления в особых ситуациях в полете между пилотом и системами автоматического управления самолетом. Это позволит освободить пилота от так называемых локальных функций управления в особой ситуации полете, отнимающих более 83% всех его психических ресурсов, давая возможность полного использования его интеллекта для выполнения глобальных функций управления, таких как оценки сложившейся ситуации, выработки алгоритма решения выхода из нее, оценки собственных располагаемых возможностей и сопоставление с требуемыми, выработки стратегии действий с учетом развития сложившейся ситуации и коррекции алгоритма ее парирования.

В режиме активатора предлагаемая система определяет качество и количество управляющих воздействий потребных для

предотвращения перехода аварийной ситуации в катастрофическую или максимально возможного его замедления, а при невозможности такого предотвращения автоматически обеспечивает придание самолету в пространстве такого положения, при котором потери будут минимальными.

В качестве примера на рисунке 1 приведена упрощенная структурная схема системы «самолет –экипаж - интеллектуальная интегрированная автоматическая система управления–среда» которая включает в себя:

-систему «самолет –экипаж – среда» с параметрами полета x_c , выходными величинами исполнительных устройств u_u , характеристиками случайных возмущающих воздействий x_b ;

- информационные датчики и измерительные системы;

- источники информации о текущем состоянии системы x_d ,

- систему обработки информации о текущем состоянии системы x_n ,

- интегрированную интеллектуальную систему выработки решений и управления с синтезируемым режимом управлением u_u .

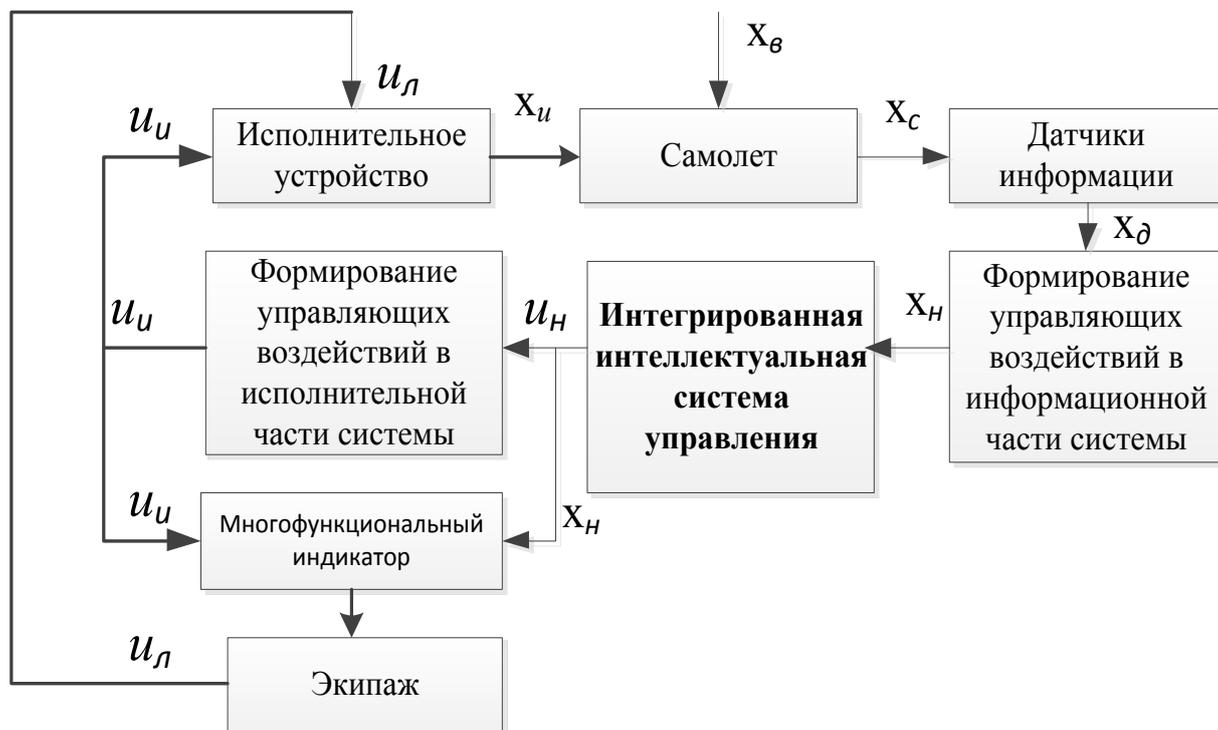


Рис. 3. Структурная схема системы «самолет – экипаж – среда- интеллектуальная интегрированная система управления– среда» в особой ситуации в полете.

Основной целью внедрения предлагаемой интеллектуальной системы управления на ВС является повышение безопасности полетов за счет уменьшения вероятности ошибочных, несвоевременных или не активных действий экипажа в условиях возникновения особой ситуации в полете путем:

- автоматического предотвращения выхода контролируемых параметров полета за эксплуатационные ограничения;

- своевременного предупреждения экипажа об угрозе возникновения особой ситуации и выдачи рекомендаций по выходу из нее.

- способствовать уменьшению количества авиационных происшествий за счет снижения вероятности ошибочных действий экипажа в сложных ситуациях в полете;

- восстановления полной или частичной управляемости в аварийных и катастрофических ситуациях за счет параметрической, структурной реконфигурации управления.

Выводы

Таким образом, задача повышения безопасности полетов ВС во многом может быть решена за счет исследования, разработки и реализации средств и методов снижения

вероятности ошибочных или неактивных действий экипажа в условиях возникновения особых ситуаций в полете. Одним из таких перспективных путей может быть разработка интегрированных интеллектуальных систем управления самолетом, которые позволят решать задачи отслеживания и прогнозирования развития полетных ситуаций, их анализа, выдачи экипажу однозначных и своевременных рекомендаций, необходимых для предотвращения перехода особой ситуации в аварийную и катастрофическую, а также исключить возможность контролируемого выхода параметров полета за допустимые ограничения

Список литературы

1. Доклад Межгосударственного авиационного комитета [Электронный ресурс] о состоянии безопасности полетов в гражданской авиации государств – участников «Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства» за десятилетний период (1992-2001 г.г.) http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/1992-2001/doklad_za_1992-2001_godi.html

2. Доклад Межгосударственного авиационного комитета [Электронный ресурс] о

состоянии безопасности полетов в гражданской авиации государств – участников «Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства» в 2004 г. и за период 2000–2004 г.г. http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2005/doklad_2000-2004.html.

3. Доклад Межгосударственного авиационного комитета [Электронный ресурс] о состоянии безопасности полетов в гражданской авиации государств – участников «Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства» в 2005 г. http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2006/files/BP05.pdf

4. Доклад Межгосударственного авиационного комитета [Электронный ресурс] о состоянии безопасности полетов в гражданской авиации государств – участников «Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства» в 2006 г. http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2007/files/BP05.pdf

5. Доклад Межгосударственного авиационного комитета [Электронный ресурс] о состоянии безопасности полетов в гражданской авиации государств – участников «Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства» в 2007 г. http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2008/files/bp07.pdf

6. Доклад Межгосударственного авиационного комитета [Электронный ресурс] о состоянии безопасности полетов в гражданской авиации государств – участников «Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства» в 2008 г. http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2009/files/bp09.pdf

7. Доклад Межгосударственного авиационного комитета [Электронный ресурс] о состоянии безопасности полетов в гражданской авиации государств – участников «Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства» в 2009 г. http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2009/files/bp09.pdf

8. Доклад Межгосударственного авиационного комитета [Электронный ресурс] о состоянии безопасности полетов в гражданской авиации государств – участников «Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства» в 2010 г. http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2010/bp10.pdf

9. Доклад Межгосударственного авиационного комитета [Электронный ресурс] о состоянии безопасности полетов в гражданской авиации государств – участников «Соглашения о гражданской авиации и об использовании воздушного пространства» в 2011 г. http://www.mak.ru/russian/info/doclad_bp/2011/bp11-2.pdf

10. Казак В.Н., Тачинина Е.Н. Концепция повышения безопасности полета в особых ситуациях в полете. Євпаторія: ХНТУ, 2012. – С. 479 – 481.

11. Казак В.М. Системні методи відновлення живучості літальних апаратів в особливих ситуаціях у польоті. Монографія. – К.: «НАУ-друк», 2010. – 240 с.

12. Материалы расследование авиационных происшествий на воздушном транспорте [Электронный ресурс]. <http://www.mak.r>