

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.

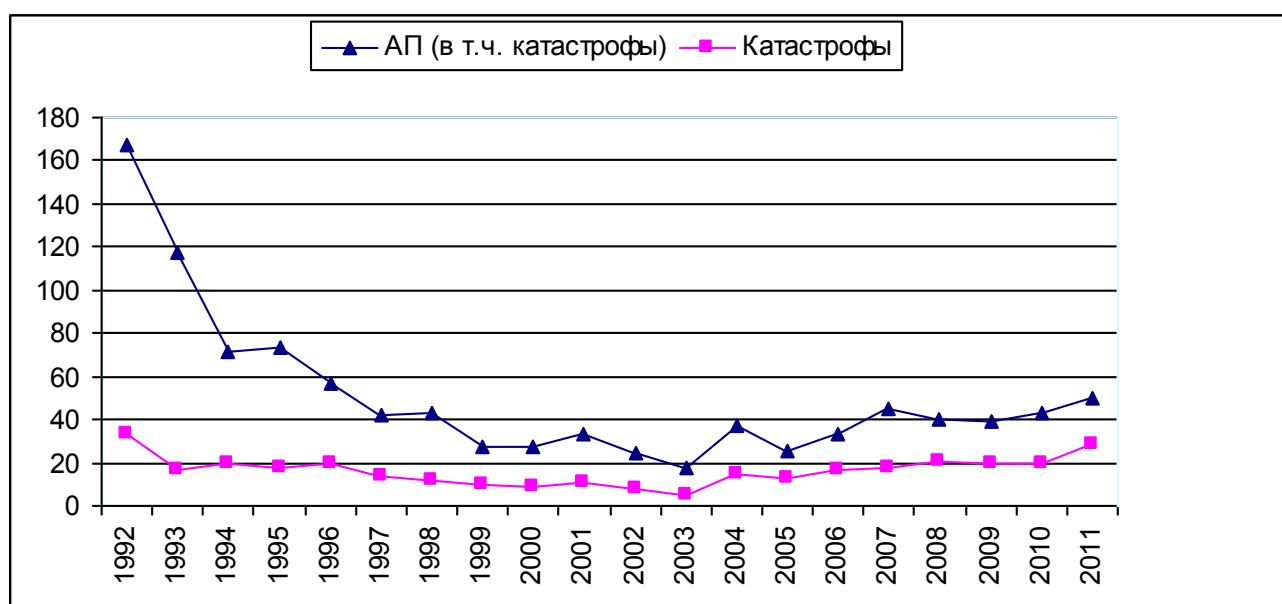


Рис. 1. Распределение авиационных происшествий в том числе катастроф в гражданской авиации государств участников Соглашения за период 1992-2011 гг.

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
<b>ИТОГО</b>	<b>24</b>	<b>18</b>	<b>37</b>	<b>25</b>	<b>33</b>	<b>45</b>	<b>40</b>	<b>39</b>	<b>43</b>	<b>50</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>18</b>	<b>21</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>28</b>

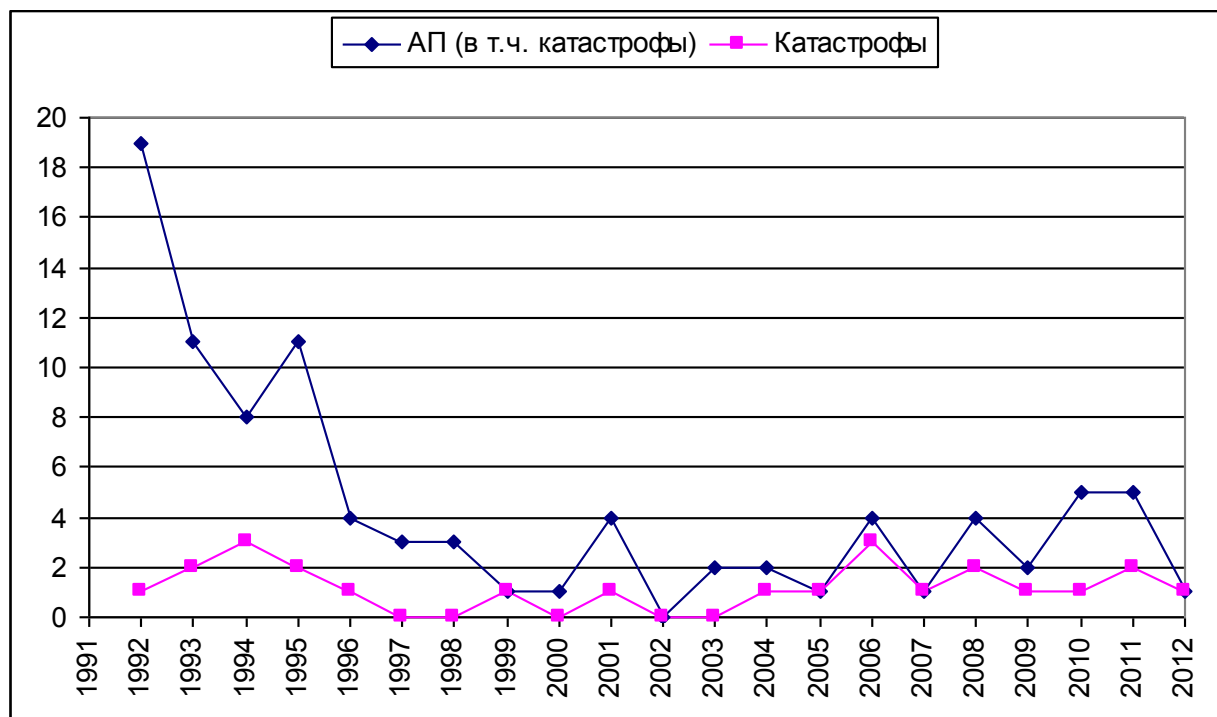


Рис. 2. Показатели аварийности при регулярных пассажирских перевозках транспортными самолетами 1-3 классов по годам

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
	<b>Всего</b>	<b>37</b>

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](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](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](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](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](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](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](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](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](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>