



**Лётно-Исследовательский Институт
имени М.М.Громова**

**Предотвращение попадания
самолетов транспортной категории
в сложные пространственные положения,
сваливания и вывод из них –
новый подход к обучению пилотов**

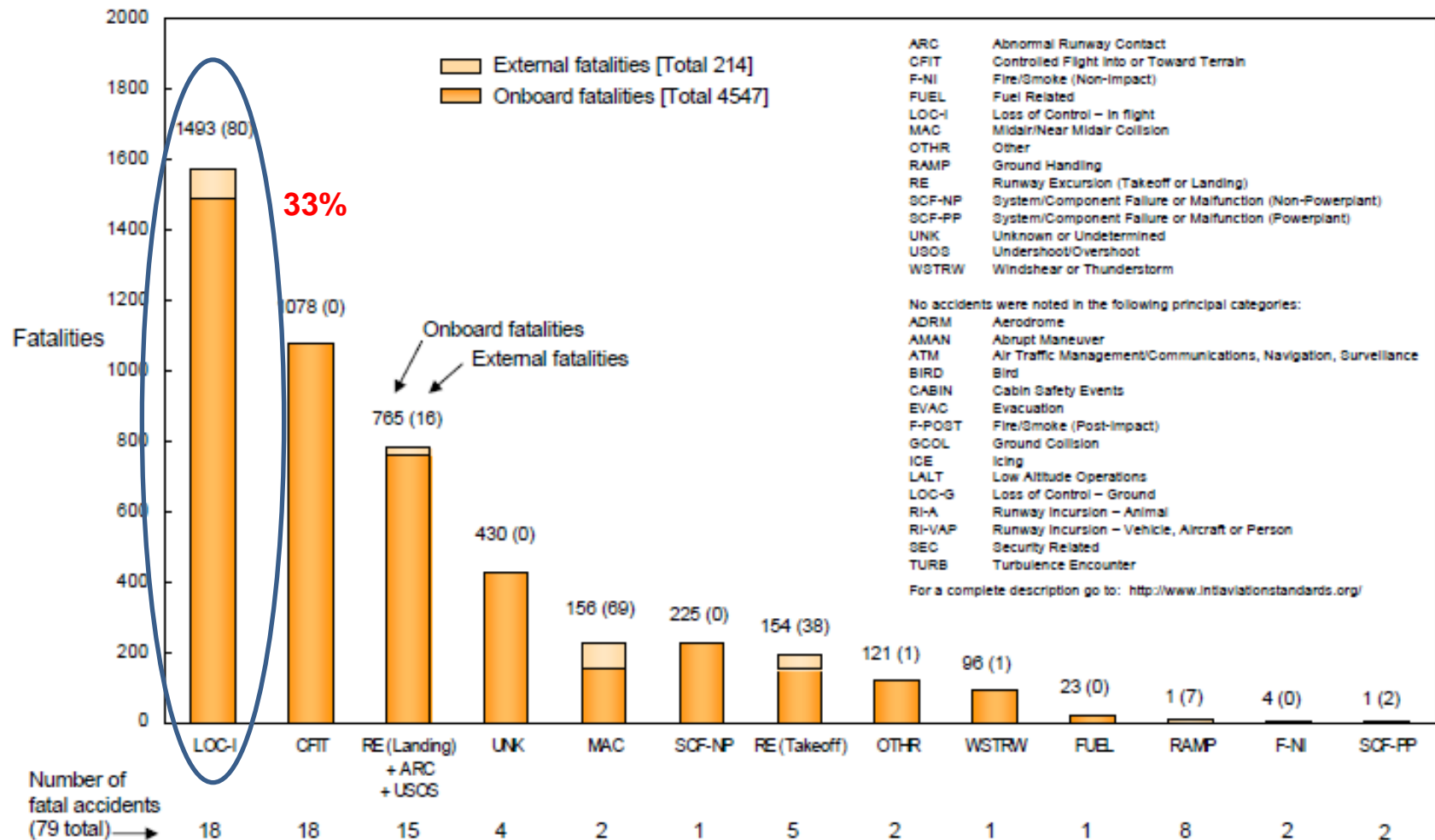
Докладчик:

Бирюков В.В - заслуженный летчик-испытатель



Fatalities by CAST/ICAO Common Taxonomy Team (CICTT) Aviation Occurrence Categories



Fatal Accidents – Worldwide Commercial Jet Fleet – 2002 Through 2011

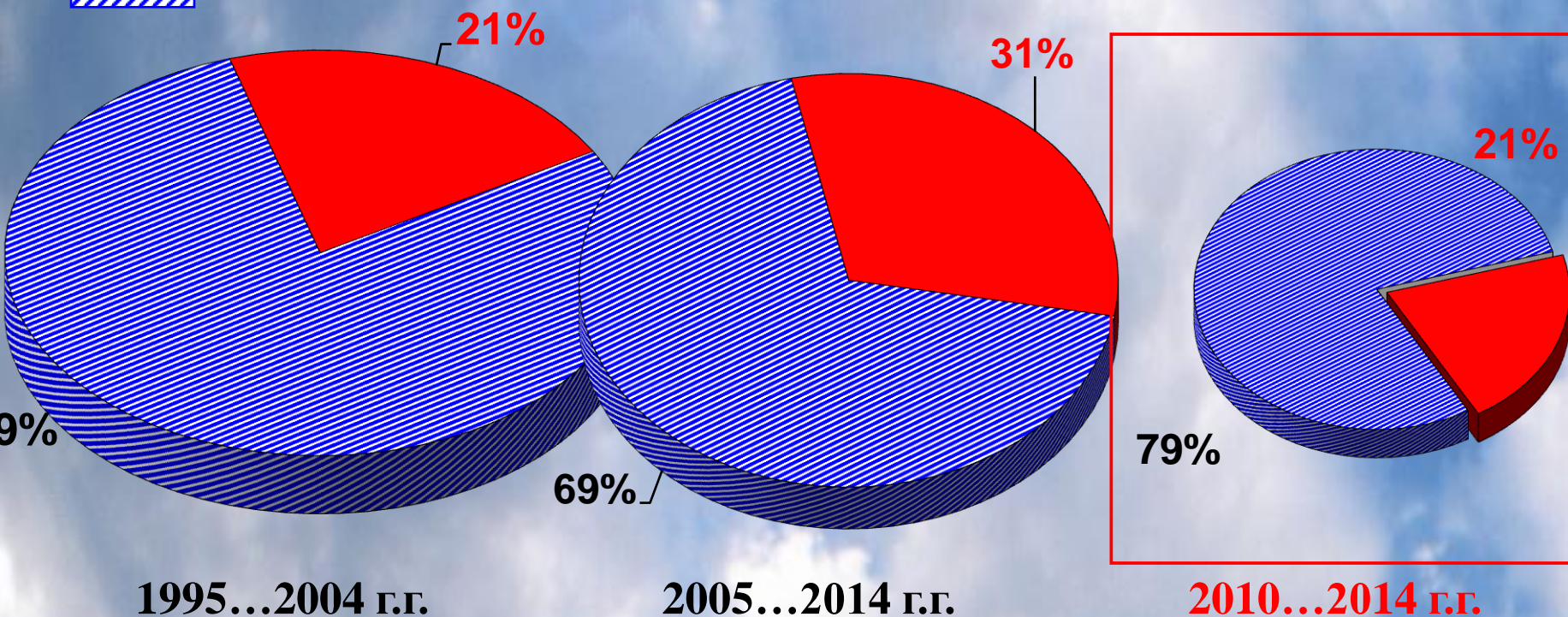


Note: Principal categories as assigned by CAST.

Доля катастроф, связанных с попаданием ВС ГА в сложные пространственные положения и сваливания от общего их числа за разные периоды эксплуатации.

(Коммерческие перевозки самолетов 1...3 классов в СНГ за период 1995...2014г.г.)

-  - сложные пространственные положения и сваливание
-  - другие причины



Катастрофы, связанные с попаданиями самолетов ГА в сваливание и сложное пространственное положение

Дата	Место	Тип ВС	Борт. №	Этап	Кол-во людей на борту / погибло
10.07.85	Учкудук	Ту-154	85311	Эшелон	200 / 200
02.03.86	Бугульма	Ан-24	46423	З/посадку	34 / 34
16.01.87	Ташкент	Як-40	87618	Взлет	9 / 9
23.03.94	Междуреченск	А-310	F-OGQS	Эшелон	75 / 75
07.12.95	Хабаровск	Ту-154Б	РА-85164	Эшелон	98 / 98
09.03.00	Шереметьево	Як-40	РА-88170	Взлет	9 / 9
03.07.01	Иркутск	Ту-154М	РА-85845	З/посадку	145 / 145
19.11.01	Калязин	Ил-18	РА-75840	Эшелон	25 / 25
28.07.02	Шереметьево	Ил-86	РА-86060	Взлет	16 / 14
04.03.04	Баку	Ил-76	UR-ZVA	Взлет	9 / 2
16.03.05	Варандей	Ан-24	РА-46489	З/посадку	52 / 28
03.05.06	Сочи	А-320	ЕК-32009	З/посадку	113 / 113
22.08.06	Донецк	Ту-154М	РА-85185	Эшелон	171 / 171
29.07.07	Домодедово	Ан-12	РА-93912	Взлет	7 / 7
14.02.08	Ереван	CRJ-100LR	EW-101PJ	Взлет	20 / 0
14.09.08	Пермь	В-737-500	VP-BKO	З/посадку	88 / 88
02.04.12	Тюмень	ATR72	VP-BYZ	Взлет	43 / 33
17.11.13	Казань	В-737-500	VQ-BBN	З/посадку	50 / 50
08. 05.14	Ульяновское ВАУ	DA40NG	РА-01726	Взлет	2 / 2
18. 06.15	Бугуруслан.ВАУ	DA40NG	РА-02654	З/посадку	2 / 2

???

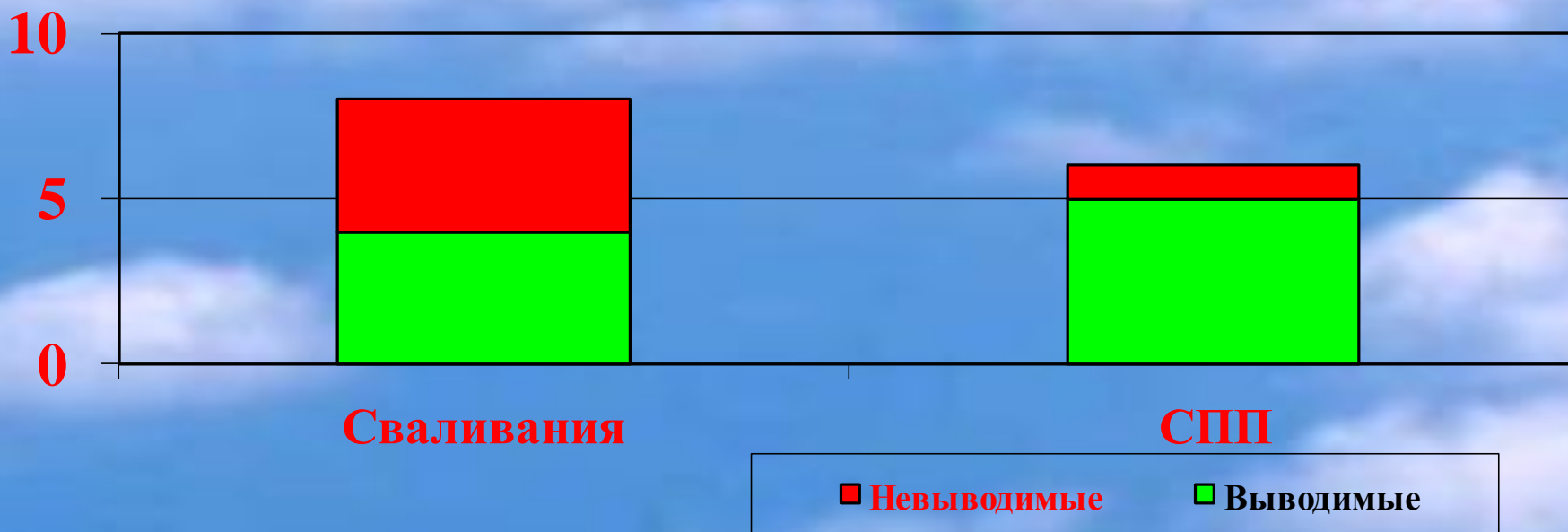
Статистика авиационных происшествий, связанных с попаданием самолетов ГА в сваливание и сложное пространственное положение (СПП)

Общее число попаданий самолетов авиакомпаний СНГ в СПП и сваливание (2000...2014г.г.) - 14, в т.ч.:

■■■■катастроф■■■■ ■■■■авария

Распределение АП по возможности вывода

Количество
АП



ЧТО ТАКОЕ

**СЛОЖНОЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЕ
ПОЛОЖЕНИЕ**

И

СВАЛИВАНИЕ

СЛОЖНЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Тангаж

Крен

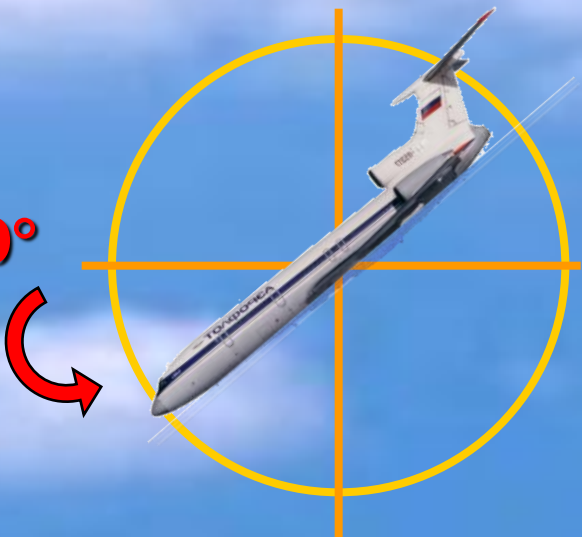
$> 25^\circ$



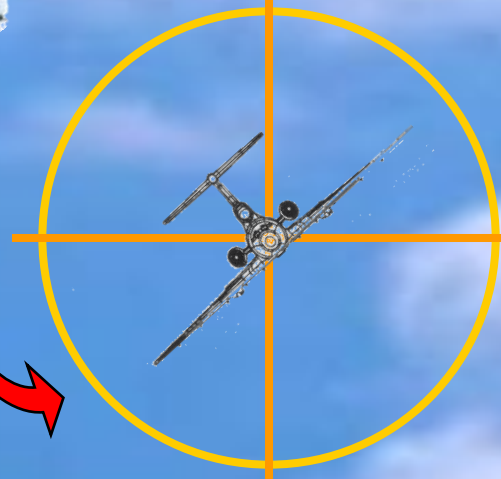
$> 45^\circ$



$> -10^\circ$



$> -45^\circ$



... и сочетание больших углов тангажа и крена

СВАЛИВАНИЕ

$$\alpha \geq \alpha_s$$

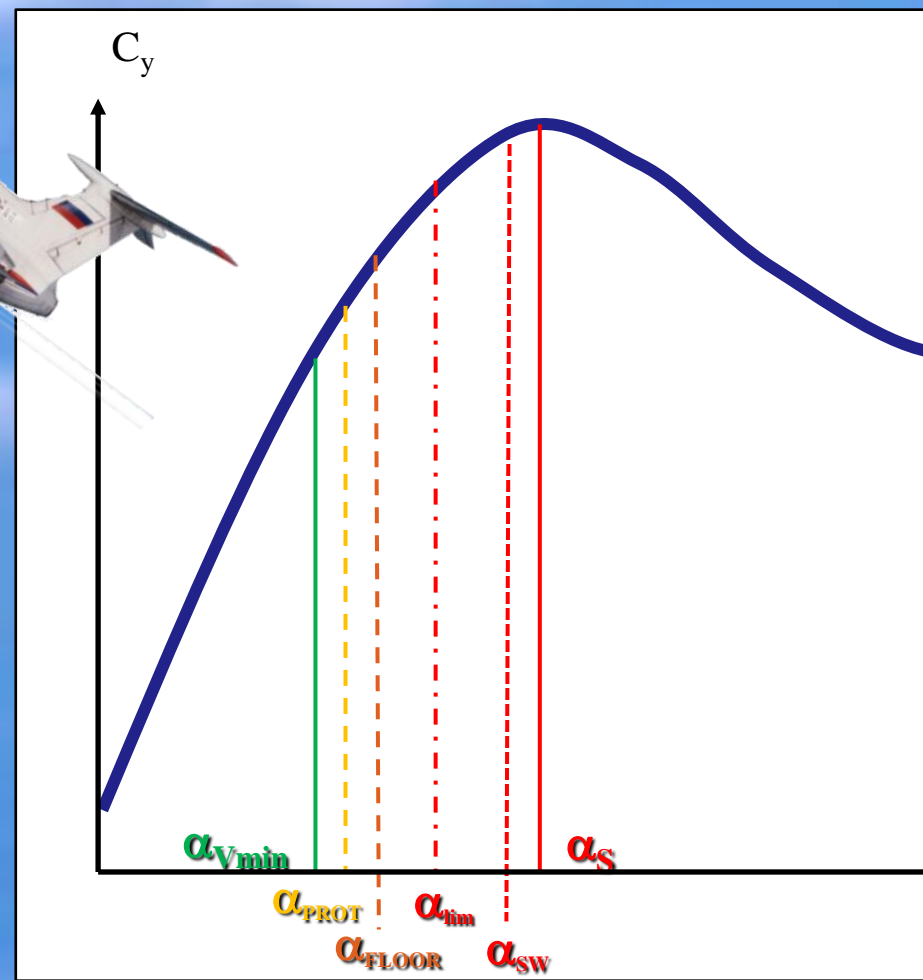


$$\alpha_{\text{ДУАСП}}$$

$$\alpha_{\text{ДОП}}$$

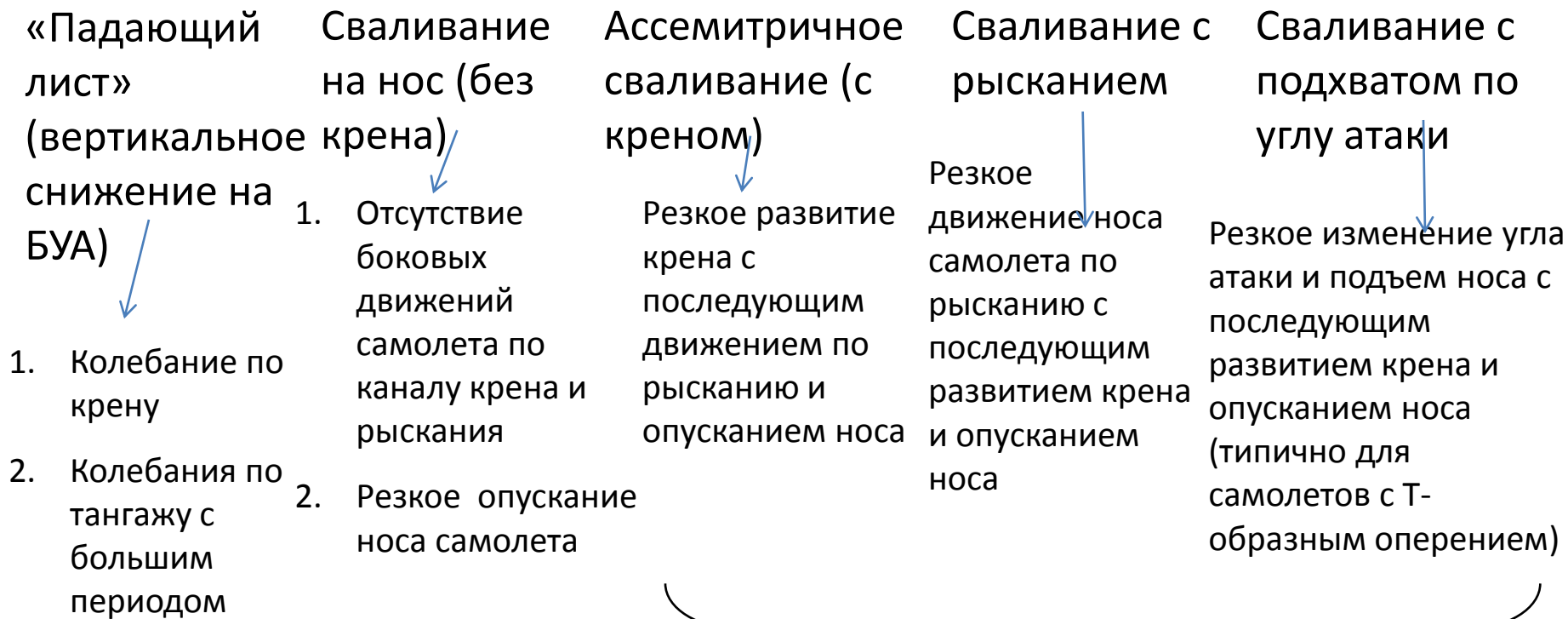
$$\alpha_{\text{СВ}}$$

$$\alpha_{\text{ЭКСП}}$$



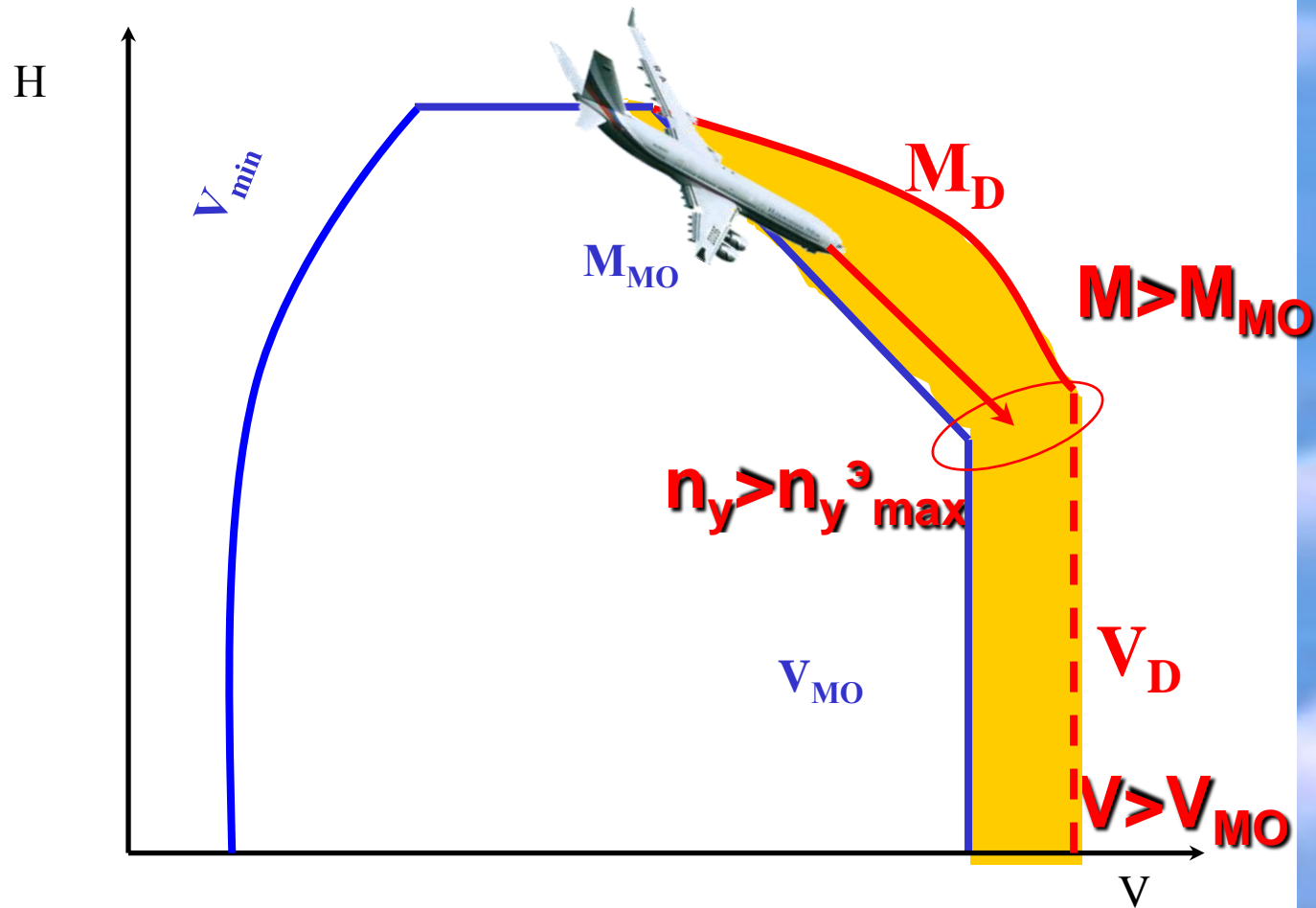



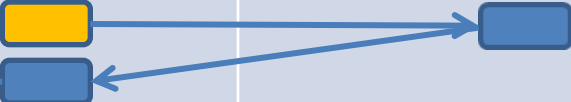













СВАЛИВАНИЕ



ШТОПОР

ВЫХОД САМОЛЕТА ПО СКОРОСТИ, ПЕРЕГРУЗКЕ ЗА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ОГРАНИЧЕНИЯ



	Сваливание	СПП	Выход за ограничения
А-310 23.03.94 Новокузнецк, «РАЛ»			
Ту-154 06.12.95 Хабаровск, «Хабаровскавиа»			
Ил-86 25.07.02 Москва, «Пулково»			
Ту-154 22.08.06 Донецк, «Пулково»			
Боинг-737-500 14.09.08 Пермь, «Аэрофлот-Норд»			
ATR-72 02.04.12 Тюмень, «Ют-Эйр»			
Боинг-737-500 17.11.13 Казань, «Татарстан»			
Ил-76 06.12.06 Испытательный полёт ЛИИ			

ПРИЧИНЫ ПОПАДАНИЯ САМОЛЕТОВ В СВАЛИВАНИЕ И СЛОЖНЫЕ ПРОСТРАНСТВЕННЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

I. Воздействие внешней среды

(обледенение, турбулентность, сдвиг ветра, спутный след...).

II. Отказ авиатехники

(Отказ АП, системы управления, двигателя, пилотажного оборудования...)

III. Ошибки экипажа

(Отвлечение внимания от функций управления, нарушение РЛЭ, потеря пространственной ориентировки...)

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ВЫВОДА САМОЛЕТОВ ИЗ СЛОЖНОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ И СВАЛИВАНИЯ

- Оборудование самолетов средствами защиты от сваливания и бортовыми **системами интеллектуальной поддержки** экипажа, а также автоматического вывода из сваливания и СПП

- **Обучение и тренировка** экипажей по выводу самолета из сваливания и СПП

ПРИЧИНЫ НЕВЫВОДА САМОЛЕТОВ

- Непонимание экипажем особенностей изменения характеристик самолета при попадании на большие углы атаки
- Неумение распознать начало сваливания
- Неумение быстро определить пространственное положение самолета по приборам при сочетании больших углов крена и тангажа
- Неправильные действия пилота при попадании в сваливание (штопор) и сложные пространственные положения и неумение выводить самолет из этих режимов

**Виртуальная реконструкция
катастрофы Ту-154М 85185
22.08.2006г.
в районе Сухой Балки
(Донецкая область)**



Реконструкция катастрофы Boeing 737-500 VQ-BBN авиакомпания «ТАТАРСТАН» 17 ноября 2013 года в Казани



Последовательность действий для вывода из положения «NOSE-UP» в нормальный режим полета изложена в QRH самолета Boeing 737

Pilot Flying	Пилотирующий пилот	Pilot Monitoring	Контролирующий пилот
<ul style="list-style-type: none"> Recognize and confirm the situation 	<ul style="list-style-type: none"> Распознать и убедиться в ситуации. 	<ul style="list-style-type: none"> Recognize and confirm the situation 	<ul style="list-style-type: none"> Распознать и убедиться в ситуации.
<ul style="list-style-type: none"> Disconnect autopilot and autothrottle 	<ul style="list-style-type: none"> Отключить автопилот и автомат тяги 	<ul style="list-style-type: none"> Call out attitude, airspeed and altitude throughout the recovery 	<ul style="list-style-type: none"> Сообщать об изменении пространственного положения, скорости и высоты в процессе вывода.
<ul style="list-style-type: none"> Apply as much as full nose-down elevator 	<ul style="list-style-type: none"> Отклонить руль высоты на пикирование вплоть до максимального положения 	<ul style="list-style-type: none"> Verify all required actions have been completed and call out any omissions. 	<ul style="list-style-type: none"> Убедитесь, что все необходимые меры были выполнены или сообщите о каких-либо упущениях.
<ul style="list-style-type: none"> *Apply appropriate nose down stabilizer trim 	<ul style="list-style-type: none"> Отклонить, при необходимости, стабилизатор на пикирование 		
<ul style="list-style-type: none"> Reduce thrust 	<ul style="list-style-type: none"> Уменьшить тягу 		
<ul style="list-style-type: none"> * Roll (adjust bank angle) to obtain a nose down pitch rate 	<ul style="list-style-type: none"> Накрените самолет, чтобы получить отрицательную угловую скорость тангажа 		
<ul style="list-style-type: none"> Complete the recovery: 	<ul style="list-style-type: none"> Завершите процесс вывода 		
<ul style="list-style-type: none"> When approaching the horizon roll to wings level 	<ul style="list-style-type: none"> При приближении к горизонту уберите крен 		
<ul style="list-style-type: none"> Check airspeed and adjust thrust 	<ul style="list-style-type: none"> Проверьте приборную скорость и отрегулируйте тягу 		
<ul style="list-style-type: none"> Establish pitch attitude. 	<ul style="list-style-type: none"> Установите необходимый тангаж 		

WARNING: * Excessive use of pitch trim or rudder may aggravate an upset situation or may result in loss of control and/or high structural loads. Предупреждение: Чрезмерное перемещение стабилизатора или руля направления может осложнить манёвр выхода из сложного пространственного положения или привести к потере управляемости и/или большим нагрузкам на конструкцию.

Действия пилотов для вывода из положения «NOSE-UP» в нормальный режим полета, изложенные в QRH Boeing 737

Pilot Flying	Пилотирующий пилот	Pilot Monitoring	Контролирующий пилот
<ul style="list-style-type: none"> • Apply as much as full nose-down elevator 	<ul style="list-style-type: none"> • Отклонить руль высоты на пикирование вплоть до максимального положения 	<ul style="list-style-type: none"> • Verify all required actions have been completed and call out any omissions. 	<ul style="list-style-type: none"> • Убедитесь, что все необходимые меры были выполнены или сообщите о каких-либо упущениях.
<ul style="list-style-type: none"> • *Apply appropriate nose down stabilizer trim 	<ul style="list-style-type: none"> • Отклонить, при необходимости, стабилизатор на пикирование 	<ul style="list-style-type: none"> • 	<ul style="list-style-type: none"> •

WARNING: * Excessive use of pitch trim or rudder may aggravate an upset situation or may result in loss of control and/or high structural loads.

Предупреждение: Чрезмерное перемещение стабилизатора или руля направления может усложнить манёвр выхода из сложного пространственного положения или привести к потере управляемости и/или большим нагрузкам на конструкцию.

Результаты экспериментов на тренажёре Boeing 737 в авиационном учебном центре S7 TRAINING

(1-12 дек. 2014г)

Цель эксперимента:

Оценка действий линейных пилотов:

1. При уходе на 2-й круг в условиях близких к аварийному полету.
2. По выводу из сложных пространственных положений.

Эксперимент проводили:

летчик-испытатель ЛИИ им.Громова – Бирюков В.В.
Пилоты инструкторы - экзаменаторы - Гладких Э.С.
и Проус В.В. (а/к «ЮТэйр»)

Приняли участие:

Пилоты – 11 из 5 авиакомпаний



Характерные ошибки при уходе на 2-ой круг:

- Отсутствие контроля за действиями непилотирующего летчика.
- Запоздалое вмешательство в управление самолетом.
- Слабые навыки ручного пилотирования

Результаты экспериментов на тренажёре Boeing 737 в авиационном учебном центре S7 TRAINING

Характерные ошибки при уходе на 2-ой круг:

Отсутствие реакции на работу световой и звуковой сигнализации «AP OFF»
(неотключение сигнализации «AP OFF»)

•Отсутствие контроля за действиями непилотирующего летчика

➤ Неуборка шасси – 27% (3)

➤ Запоздалая уборка (на 20-100с) – 36% (4)

в случае **pilot incapacitation** пилотирующий пилот далеко не всегда готов справиться с ситуацией.

•Запоздалое вмешательство в управление самолетом.

➤ При тангаже 20...37° - 45% (5)

➤ Потеря скорости менее VLS (до 113...108 kt) – 27% (3)

➤ Потеря скорости менее VSS (до 90 узлов при $F=15^\circ$) - **сваливание** – 9% (1) – **дважды**

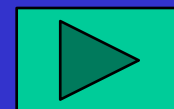
•Слабые навыки ручного пилотирования

➤ Невыдерживание высоты ухода на 2-й круг (1700 фут) – 63% (7):

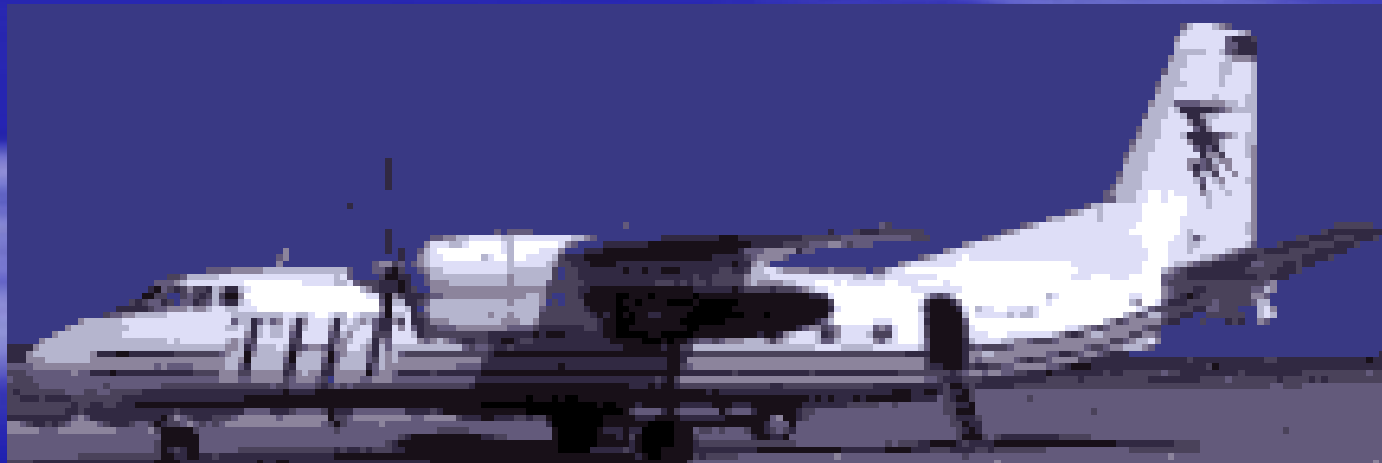
отклонение от заданной высоты – 2300...1400 фут – 55% (6)

отклонения от заданной высоты – 3800...1300 фут – 9% (1)

➤ попытка скорее задействовать соответствующие режимы автопилота (AUTO FLIGHT)



**ПРИМЕРЫ ВЫВОДА
САМОЛЕТА АН-24 №46502
ИЗ СЛОЖНОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО
ПОЛОЖЕНИЯ И СВАЛИВАНИЯ**





ПРИМЕРЫ ВЫВОДА САМОЛЕТА АН-24 №46502 ИЗ СЛОЖНОГО ПРОСТРАНСТВЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ И СВАЛИВАНИЯ

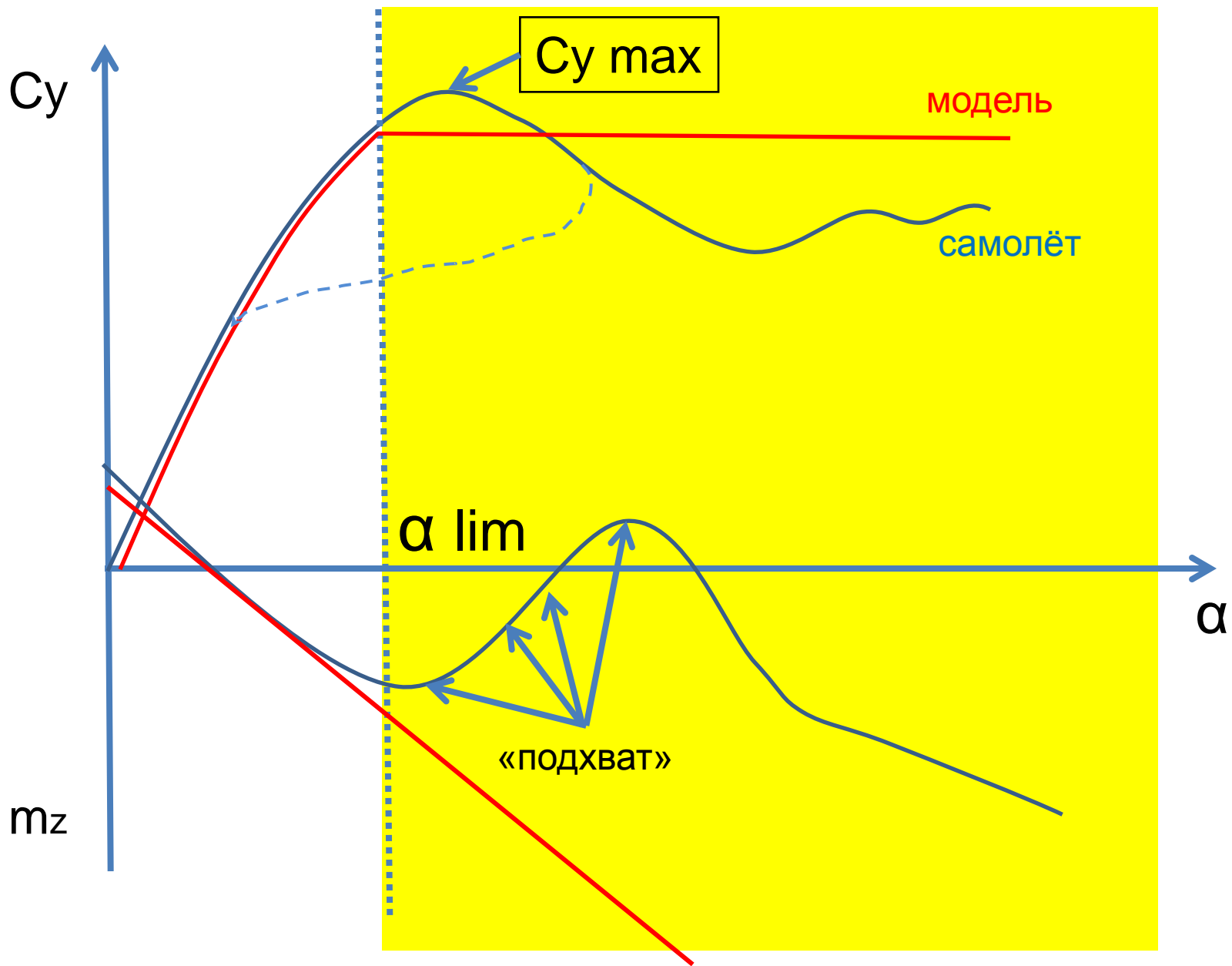
Наименование события	Условия полета
1. Попадание в СПП с углом тангажа +56° из горизонтального полета (Upset_3_Kabr)	Крейсерский полет: $H=3700\text{м}$; $V=320\text{ км/ч}$ СПП: тангаж = +56°; $V=240\text{ км/ч}$ <u>Вывод из СПП</u> : крен=105°; $V=180\text{ км/ч}$; $\alpha=12^\circ$; $N_y=0,6\dots 1,2$; $\Delta H = +220\text{м}$
2. Попадание в СПП с углом тангажа -35° из горизонтального полета (Upset_4_Pikir)	Крейсерский полет: $H=3980\text{м}$; $V=310\text{ км/ч}$ СПП: тангаж = -35°; крен = 90°; $V_y = 55\text{ м/с}$; Вывод из СПП: $V_{\text{max}} = 460\text{ км/ч}$; $N_y=2,0$; $\Delta H = -400\text{м}$
3. Попадание в сваливание в крейсерской конфигурации в горизонтальном полете (Stall Upset recovery flaps 0)	Крейсерский полет: $H=4100\text{м}$; $V=310\text{ км/ч}$; сваливание: $V= 180\text{ км/ч}$; крен = 80°; тангаж = -30°; Вывод из сваливания: $N_y=1,5\dots 1,7$; $\Delta H = - 450\text{м}$
4. Попадание в сваливание в посадочной (закрылки 30°) конфигурации в горизонтальном полете (Stall Upset recovery flaps 30)	Крейсерский полет: $H = 3300\text{м}$; $V=190\text{км/ч}$; Сваливание: $V=140\text{км/ч}$; крен = 55°; тангаж = - 38°; <u>Вывод из сваливания</u> : $N_y = 1,4\dots 1,5$; $\Delta H = - 320\text{м}$
...	...

Виртуальная реконструкция испытательного полета Ил-76 №5209 06.12.2006г. а/п Жуковский



ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ

**при обучении на СПШ и
сваливание**





2010-2012

www.supra.aero



Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
National Aerospace Laboratory NLR



TNO innovation for life



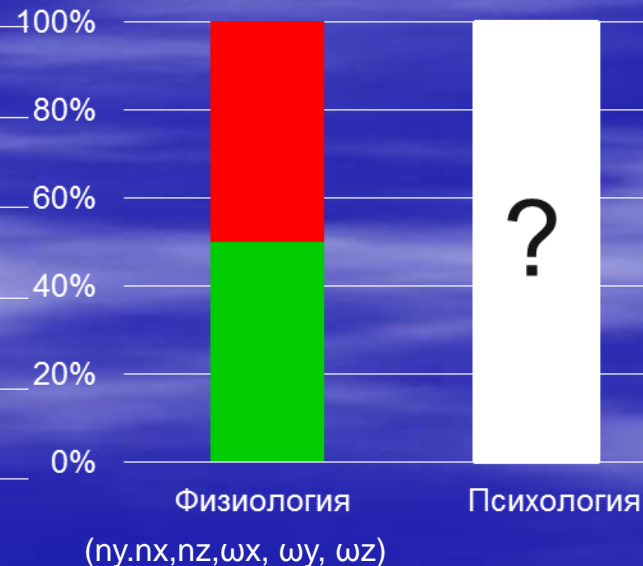
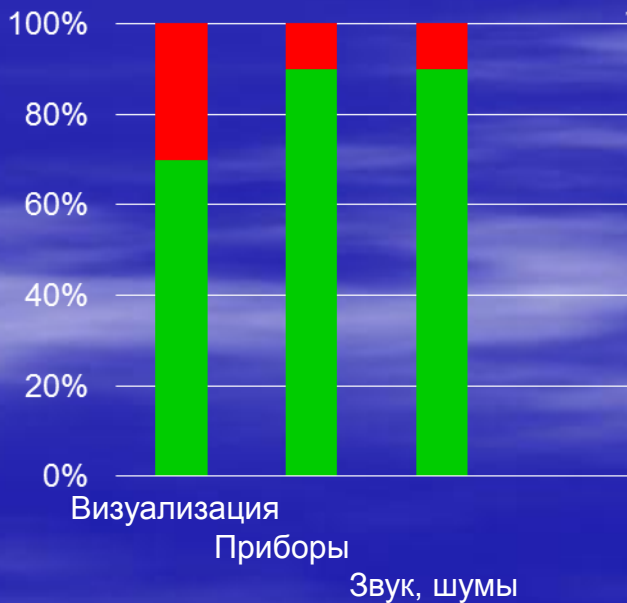
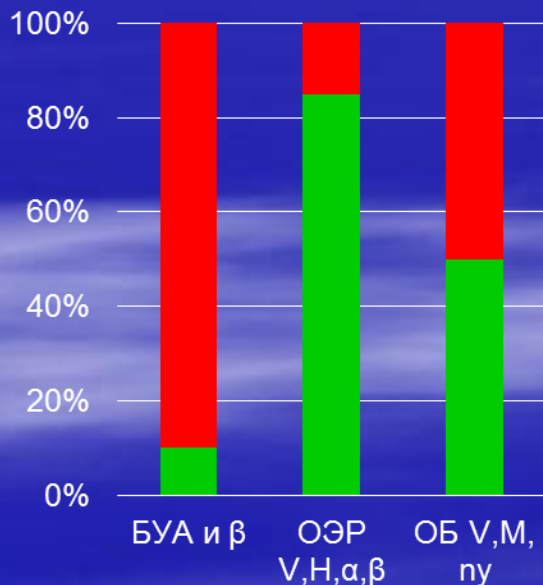
Адекватность реального полета и авиационного тренажёра

Адекватность моделирования полета в части:

Совпадения
с математической
моделью динамики самолета

Совпадения
информационной модели для
пилота

Совпадения
полета и тренажёра в
психологическом
и физиологическом
аспектах



■ Адекватность ■ Неадекватность

Учебное пособие по обучению выводу самолета из СПП и сваливания *Airplane Upset Recovery Training Aid (AURTA)*



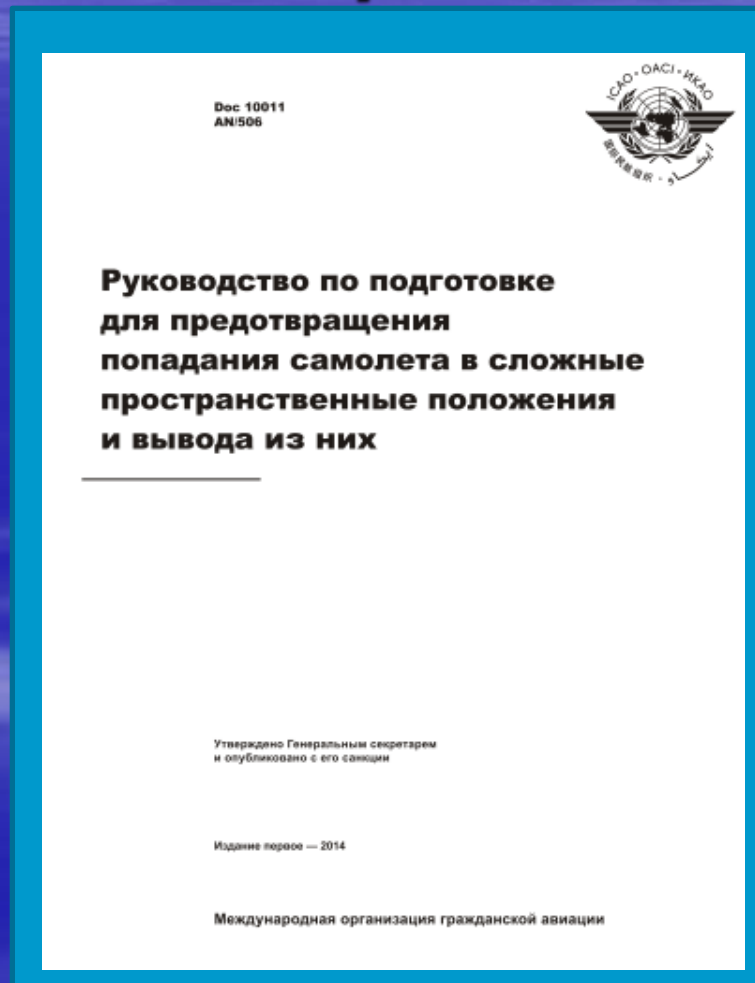
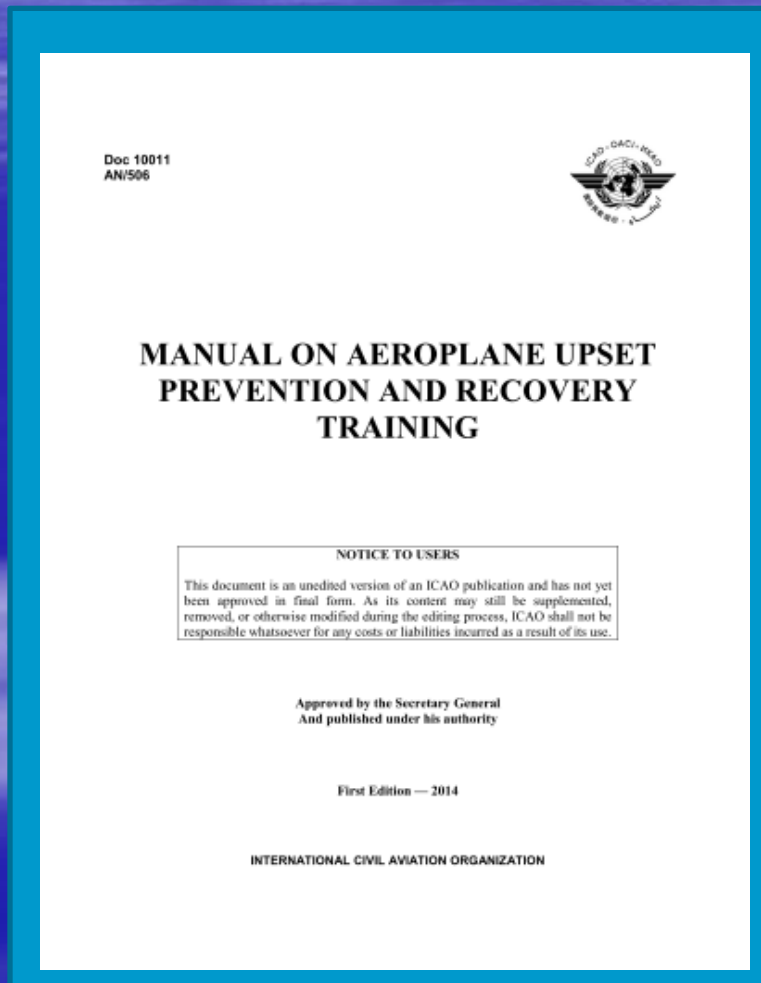
Revision 1 August 2004



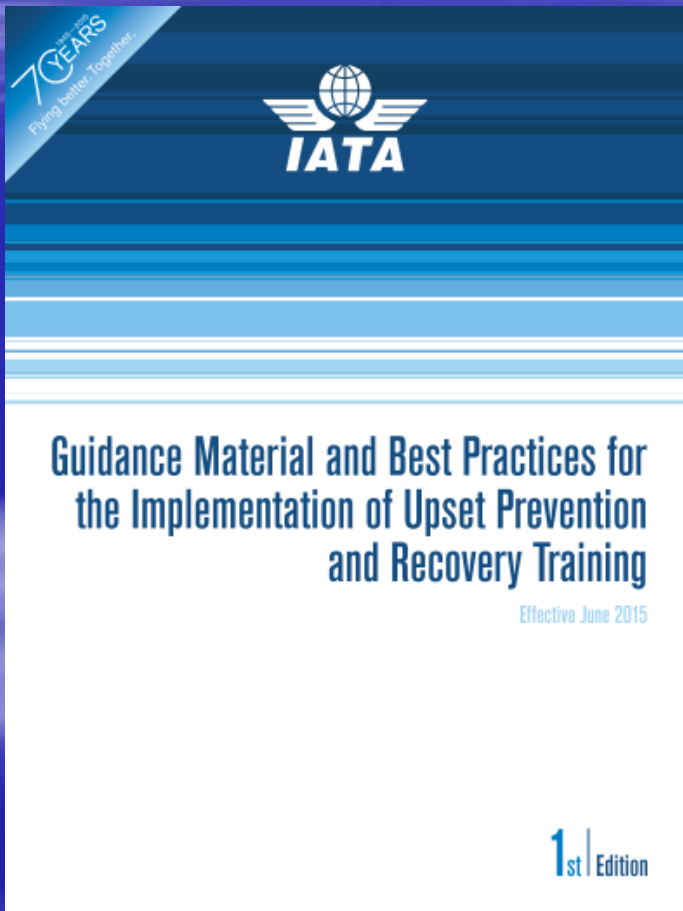
Revision 2 October 2008

Разработчики:
Boeing
AIRBUS
авиакомпанияи

Рекомендательный документ ИКАО по проблеме LOC-I Дос 10011- издание Первое - 2014



Рекомендательный документ IATA по проблеме LOC-I *издание Первое - 2015*



Guidance Material and Best Practices for
the Implementation of Upset Prevention
and Recovery Training

Инструктивный материал и лучшие практики
реализации обучения предупреждению
и выводу из сложных пространственных
положений м сваливания

ВЫВОДЫ

1. Проблема **потери контроля за управлением в полете, приводящей к попаданию в СПП и сваливание** – остается на сегодня **НАИБОЛЕЕ АКТУАЛЬНОЙ**, как для зарубежной, так и для **ОТЕЧЕСТВЕННОЙ** авиации.
2. Пилотов **НАДО** учить **не попадать** в СПП и сваливания, а если такое всё же произошло, **научить грамотно выводить** самолет из таких режимов .
3. Современные тренажеры в основном **обеспечивают** адекватность по проблеме обучения **выводу из СПП**, но методики обучения в российских а/к **требуют уточнения**.
4. По проблеме **вывода из сваливания**:
 - **тренажеры не способны** адекватно воспроизводить поведение на больших углах атаки, при сваливании и выводе из него. (Попытки использования существующих тренажеров для тренировки на сваливание могут прививать негативные навыки) ;
 - **отсутствуют соответствующие методики и программы обучения пилотов и подготовки инструкторов** ;-
5. Есть уверенность, что при наличии правильных методик и средств обучения линейные пилоты **могут успешно овладеть необходимыми навыками**.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ

РОСАВИАЦИЯ:

Первоочередные задачи:

- Внедрение последних рекомендаций ИКАО и IATA по теме «СПП и сваливание»;
- Организация серии семинаров с привлечением авиакомпаний;
- Разработка План работ по реализации требований ФАП-128;
- **Организация Рабочей группы** из представителей ГА (СПбГУ ГА, Ульяновское ВАУ ГА, Гос НИИ ГА...) и промышленности (ЦАГИ, ЛИИ, и др.) с обязательным включением в неё летчиков-испытателей, имеющих практический опыт полетов на критических режимах, а также летчиков ГА с опытом инструкторской и методической работы **для практической разработки:**
 - - теоретического курса подготовки экипажей ,
 - - программы обучения инструкторов,
 - программы тренажерной подготовки экипажей (СПП и сваливание),
 - методических материалов по оценки эффективности обучения пилотов;
- Контроль подготовки экипажей в авиакомпаниях.

МИНПРОМТОРГ:

- доработка отечественных тренажеров (мат.модели - сваливание)
- квалификация тренажеров (нормы эквивалентные ИКАО 9265 ред.4)

МИНТРАНС

юридическая поддержка Программы и финансирование



**С Днём Гражданской
авиации!**
**Удачных вам полётов и
благополучных посадок!**

