

**Общие принципы и подходы в оценке
эффективности действий пилота по
предупреждению попадания в сложные
пространственные положения и
сваливание и вывода из них.
Особенности разработки сценариев
тренажерной подготовки**



г. Жуковский, март 2018г.

**Широких В.П. – летчик-испытатель АО «Гражданские самолеты Сухого» (докладчик)
Сорокин А.Н. – АО «Виконт-Авиа»**

Статистика катастроф, связанных с LOC-I



Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents

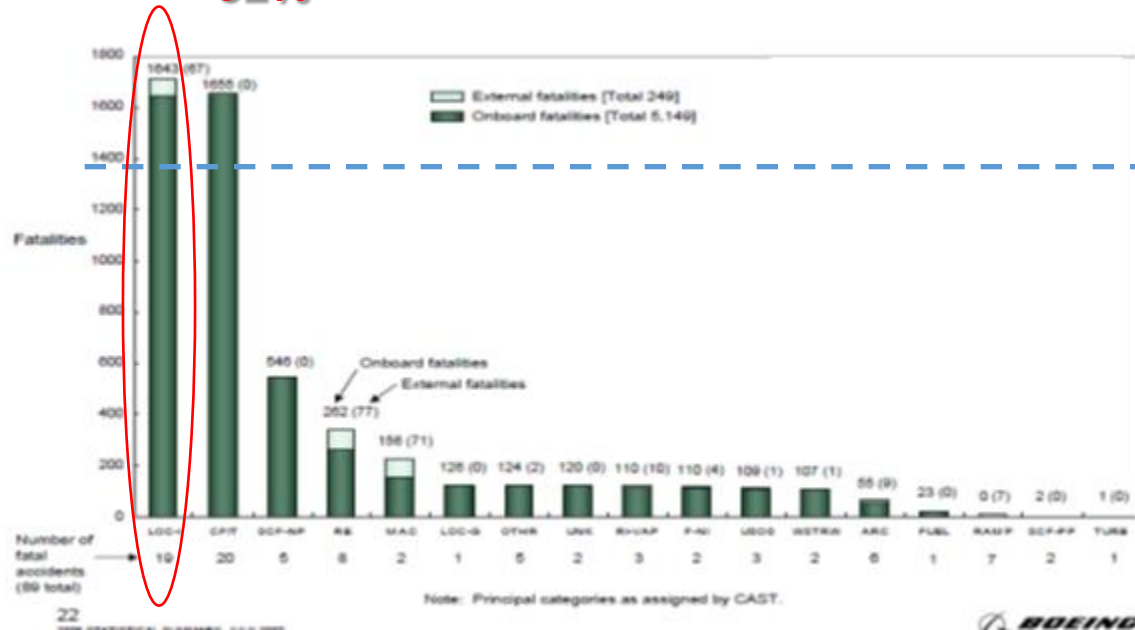
Fatalities by CAST/ICAO Taxonomy Accident Category Fatal Accidents – Worldwide Commercial Jet Fleet

1997 - 2006

2007 - 2016

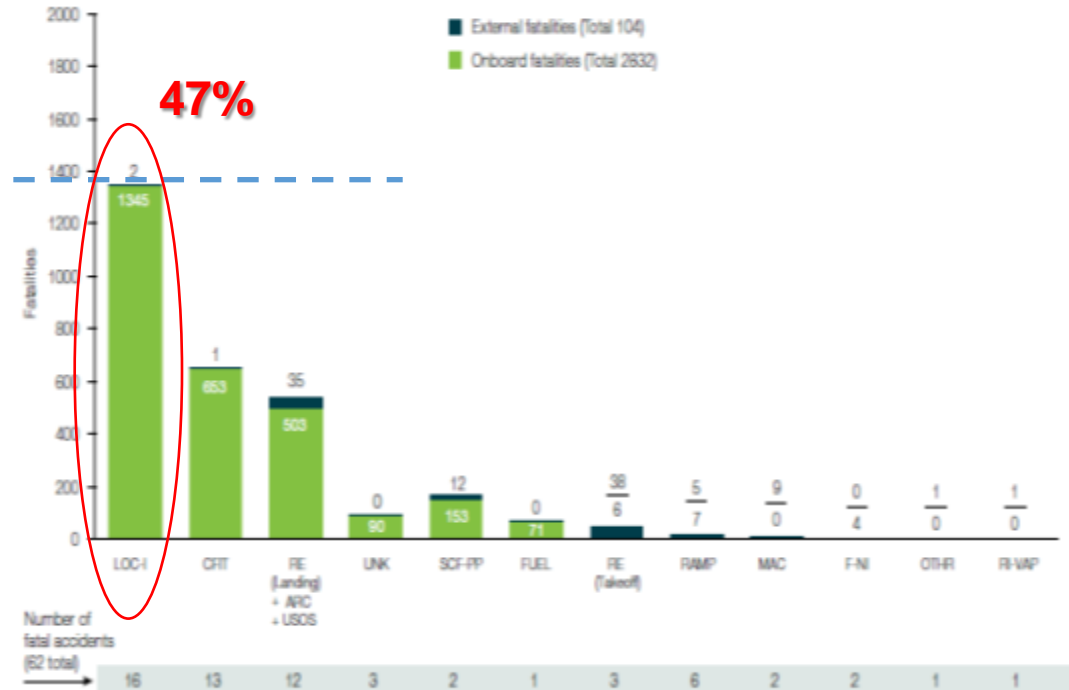
Fatalities

32%



Fatalities

47%



Number of fatal accidents: 21%

26%

Документы по подготовке ЛС ГА к ситуациям типа LOC-I

- Manual on Aeroplane Upset Prevention and Recovery Training (Doc 10011)
- Airplane Upset Recovery Training Aid (rev.1.2,3)
- Manual of Criteria for the Qualification of FSTDs (Doc 9625)
- Руководство по подготовке персонала на основе полетных данных (Doc 9995)
- LOC-I Website



Процесс формирования навыков предотвращения и преодоления ситуаций типа LOC-I во время тренажёрной подготовки

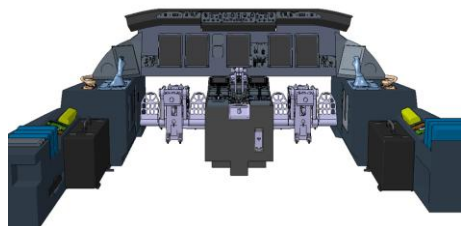
О Б У Ч Е Н И Е

ПРОВЕРКА

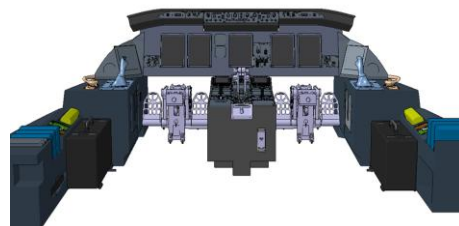
ДЕМОНСТРАЦИЯ
ПОВЕДЕНИЯ ВС НА
БУА и ПРАВИЛЬНЫХ
ДЕЙСТВИЙ ПИЛОТА

С Ц Е Н А Р И И

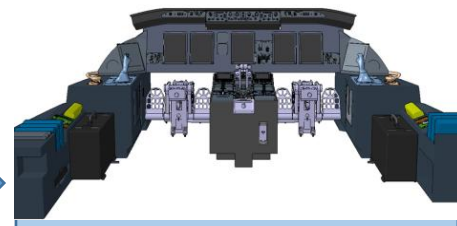
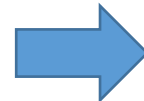
КРИТЕРИИ



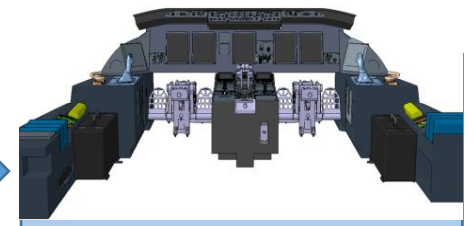
ПИЛОТ ИНСТРУКТОР



ПИЛОТ ИНСТРУКТОР



ЭКИПАЖ
ИНСТРУКТОР



ЭКИПАЖ
ИНСТРУКТОР

Объективные сложности оценки действий пилота в ситуациях типа LOC-I.

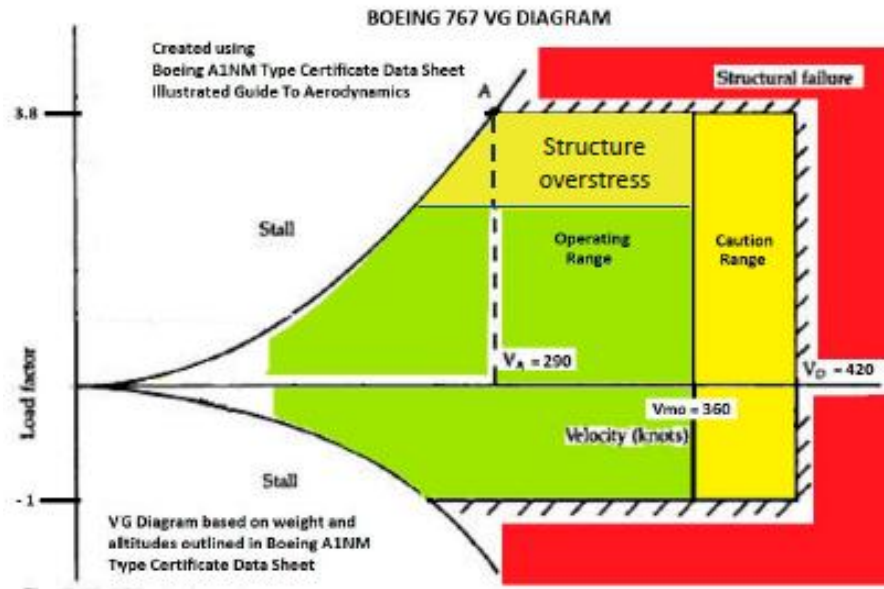
СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА ХАРАКТЕРИСТИК КРИТЕРИЕВ

<u>ПОЛЁТ ПО СТАНДАРТНОМУ ПРОФИЛЮ</u>	<u>ПОПАДАНИЕ В СИТУАЦИЮ ТИПА LOC-I</u>
Траектория определена и предсказуема	Траектория не определена и не предсказуема
Параметрические критерии отклонения от заданной траектории применимы полностью	Параметрические критерии отклонения от заданной траектории не применимы
Оценка действий рычагами управления применима как дополнительный критерий правильности действий	Оценка действий рычагами управления применима как основной критерий правильности действий
Качественная оценка действий применима как дополнительный критерий правильности действий	Качественная оценка действий применима как основной критерий правильности действий
Выход за ограничения – не зачёт	Выход за ограничения – по качественной оценке в некоторых случаях зачёт

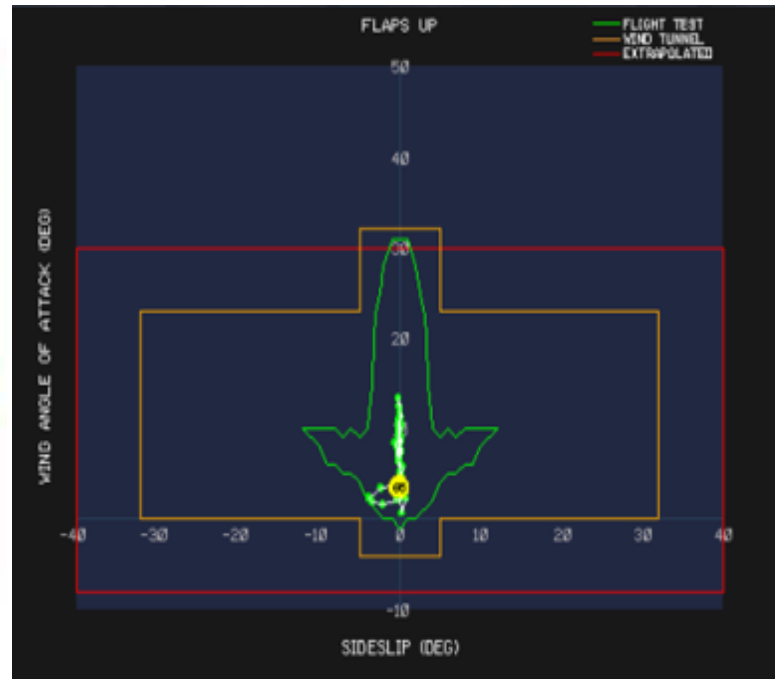
Объективные сложности оценки действий пилота в ситуациях типа LOC-I.

ПРИМЕРЫ ОЦЕНКИ ДЕЙСТВИЙ ЭКИПАЖА ПРИ ПОПАДАНИИ В СИТУАЦИИ ТИПА LOC-I

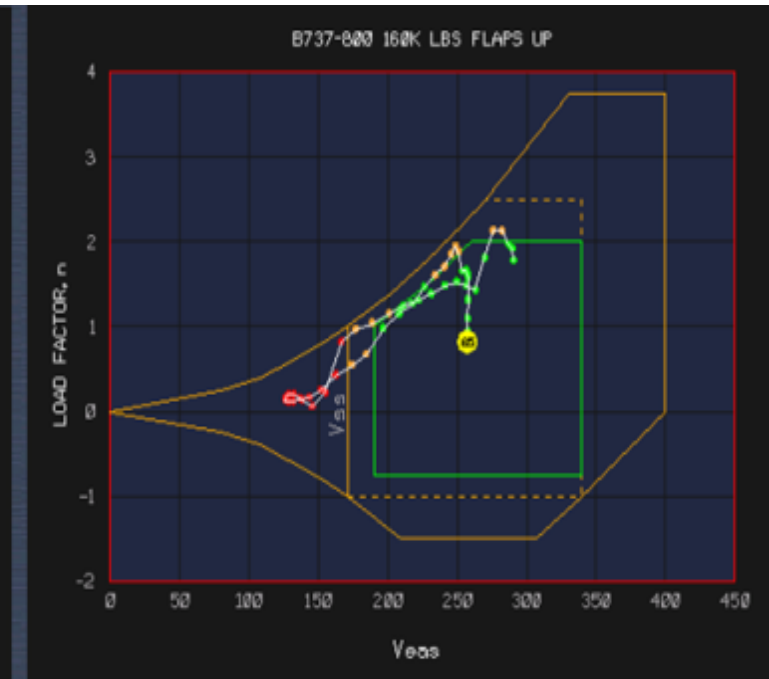
Перегрузка - Скорость



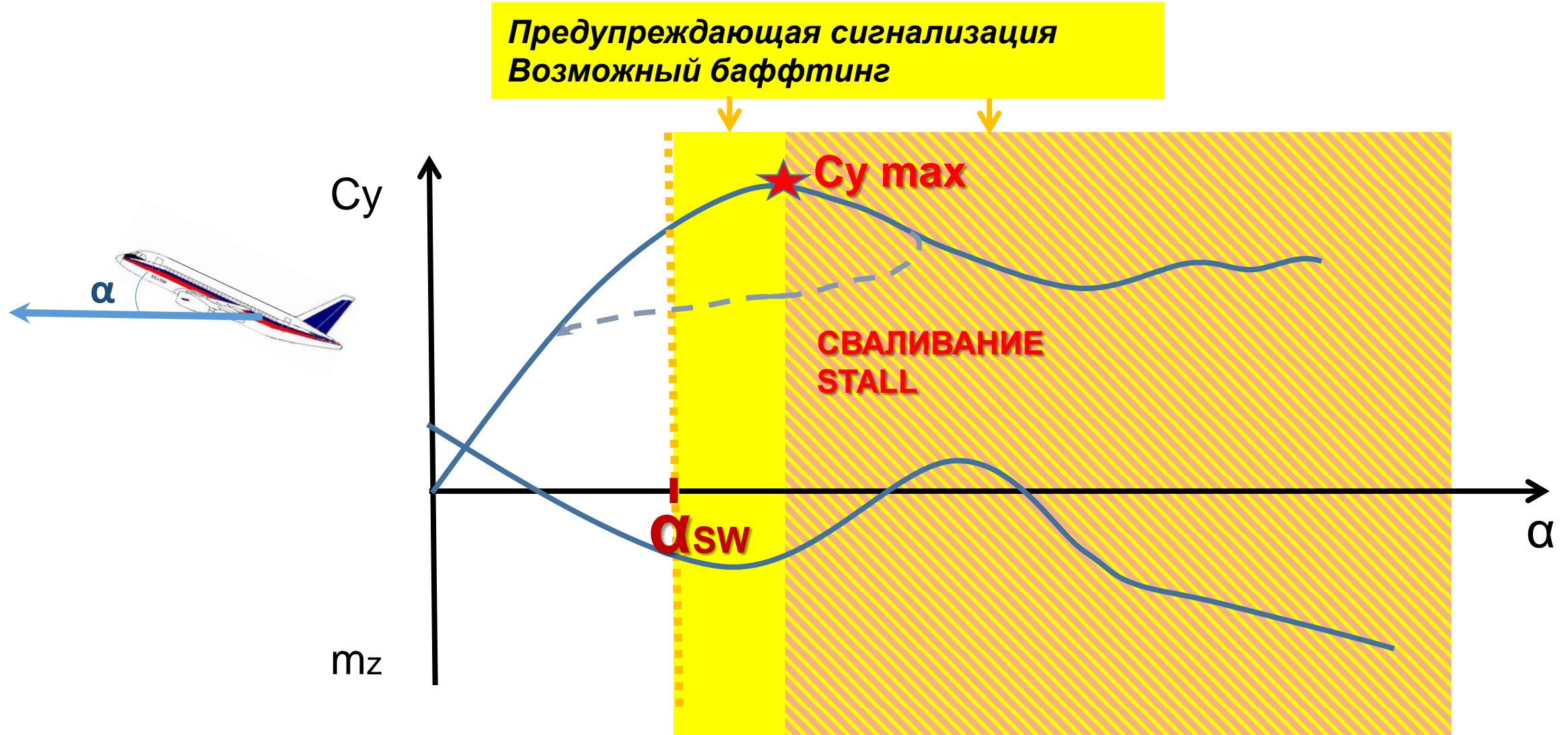
Угол атаки (α) – Скольжение (β)



Перегрузка - Скорость



Этапы развития ситуации попадания самолёта на большие углы атаки.



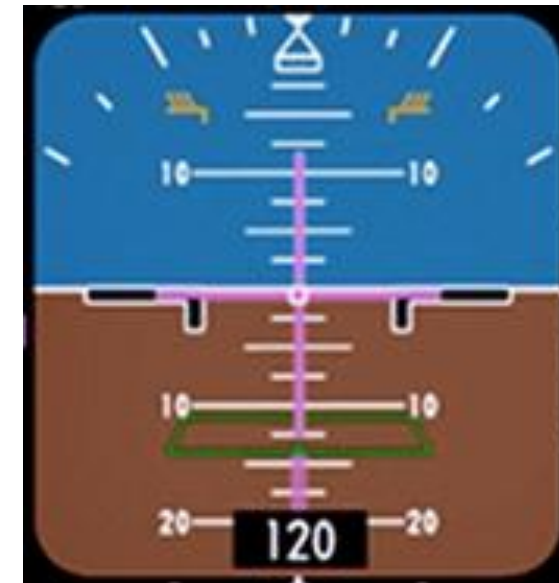
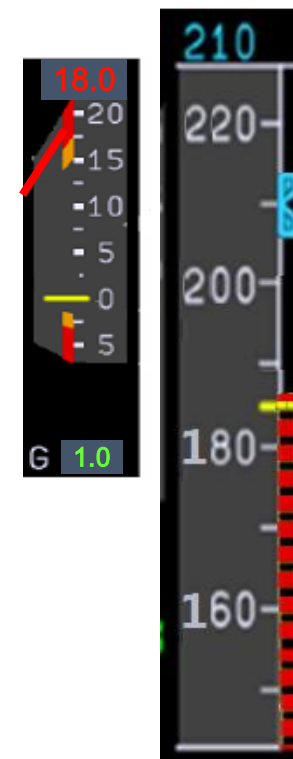
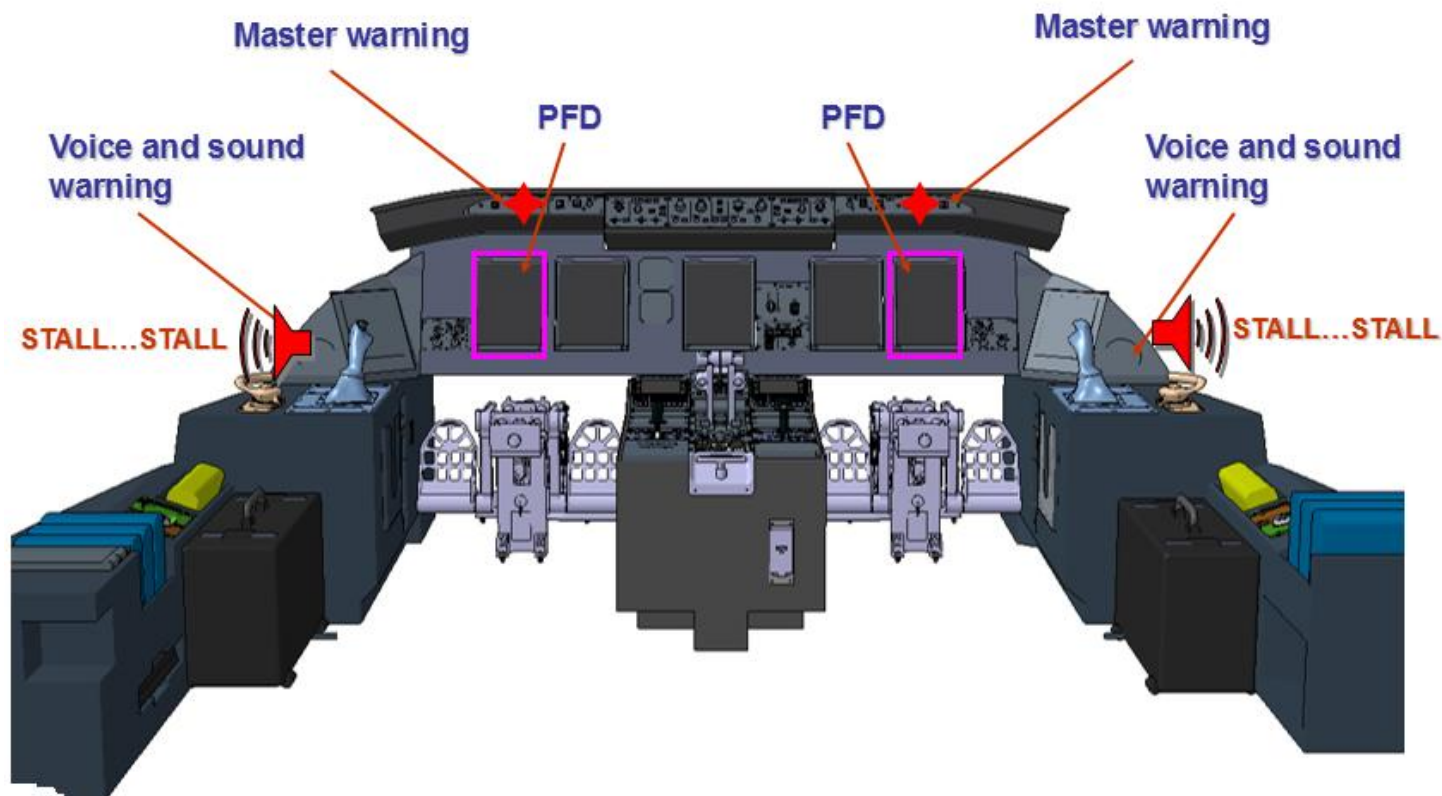
Компетенции, необходимые пилоту для предотвращения ситуаций типа LOC-I (сваливания) и выходу из этих ситуаций.

1. Умение и навык правильно и своевременно распознавать возникновение и развитие ситуации – **компетенция распознавания;**
2. Умение и навык контролировать угол атаки и управлять им – **компетенция управления углом атаки;**
3. Умение и навык управлять вертикальной перегрузкой – **компетенция управления перегрузкой;**
4. Умение и навык управлять воздушной скоростью – **компетенция управления воздушной скоростью;**
5. Умение и навык управления пространственным положением самолёта – **компетенция управления пространственным положением.**

Компетенция распознавания.

ПРИЗНАКИ РАСПОЗНАВАНИЯ

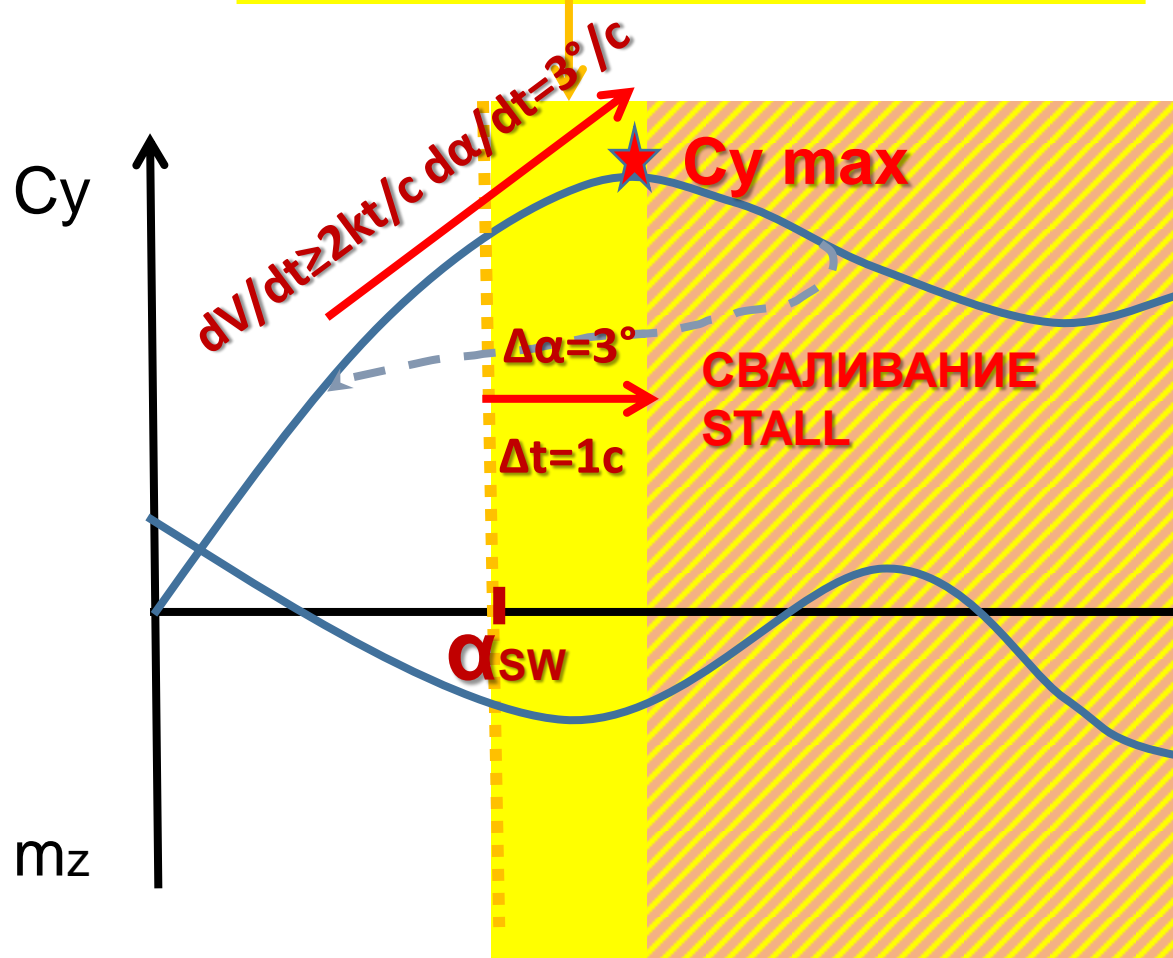
1. Сигнализация приближения к сваливанию (световая, речевая, звуковая, тактильная)
2. Баффтинг
3. Индикация приближения у сваливанию (красная зона индикатора угла атаки, красно-черная зона минимальных скоростей, индикатор предельного тангажа)



Компетенция распознавания.

ВРЕМЯ РАСПОЗНАВАНИЯ

Предупреждающая сигнализация
Возможный бафтинг



«...in slow-down turns with at least a 1.5g load factor normal to the flight path and an airspeed deceleration rate greater than 2 knots per second, sufficient stall warning is provided to prevent stalling when the pilot takes recovery action not less than one second after recognition of stall warning...»

U.S. Department of Transportation Federal Aviation Administration Advisory Circular

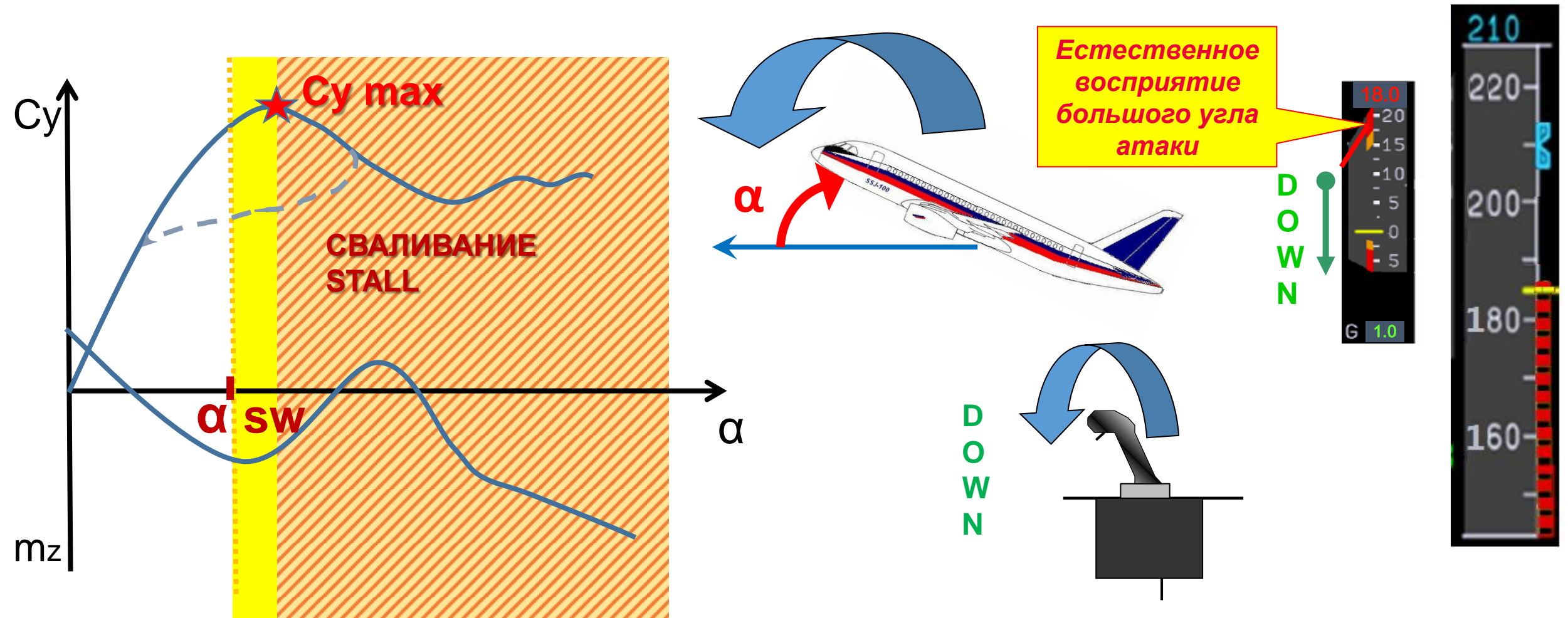
«Запас по срабатыванию предупреждения о сваливании должен быть достаточным, чтобы, начав манёвр по выводу из режима не ранее, чем через 1с после срабатывания сигнализации предупреждения о сваливании, в медленной спирали со снижением с нормальной перегрузкой не менее $N_y=1,5$ предупредить сваливание с отложениями льда и без них, при уменьшении скорости с темпом не меньше 3,6км/в секунду.»

Авиационные Правила РФ часть 25

Компетенция управления углом атаки.

«Reducing angle of attack (AOA) is the most important pilot action in an impending or full stall».
(«Снижение угла атаки является наиболее важным действием пилота в приближающемся или полном сваливании».)

AC 120-111, Upset Prevention and Recovery Training, dated April 14, 2015.



Компетенция управления вертикальной перегрузкой.



Компетенция управления скоростью.

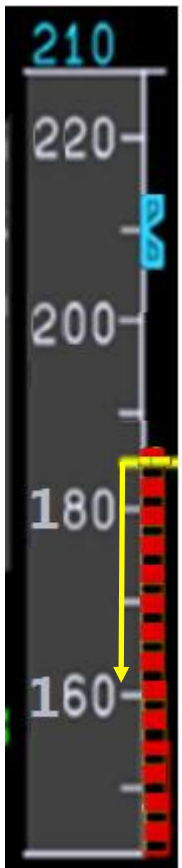


Факторы, влияющие на ускорение

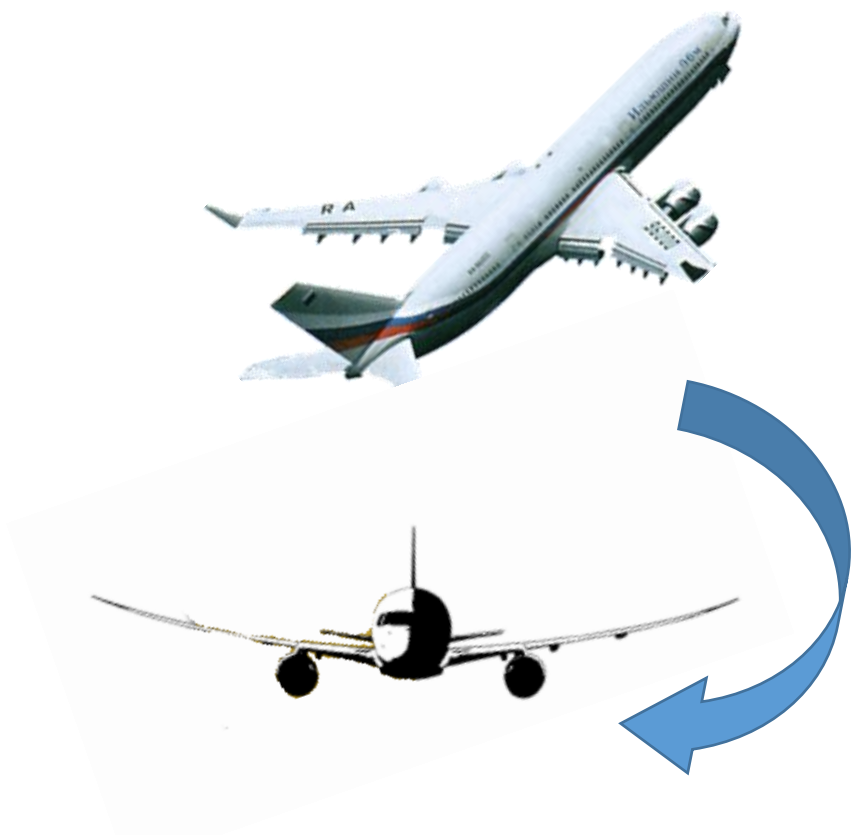
- Отрицательный тангаж;
- Повышенная тяга двигателей;
- Малая или околонулевая вертикальная перегрузка;
- ... и т.п.

Факторы, влияющие на торможение

- Большой положительный тангаж;
- Недостаточная тяга двигателей;
- Повышенная положительная вертикальная перегрузка;
- Выпуск интерцепторов, шасси, механизации;
- ... и т.п.



Компетенция управления пространственным положением самолёта.



- 1) Увеличить крен вплоть до $90...120^\circ$
- 2) Привести самолет к горизонту

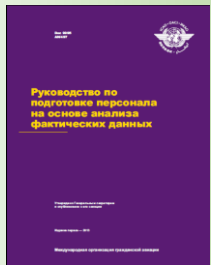


- 1) Уменьшить крен до 45° и менее
- 2) Привести самолет к горизонту

Критерии оценки готовности пилота/экипажа к ситуации попадания самолёта на большие углы атаки.

КАЧЕСТВЕННЫЕ

За основу качественных (нетехнических) показателей на первом этапе можно принять, рекомендуемые руководством ИКАО DOC 9995, такие, как:

- *Ситуационная осведомленность;*
 - *Принятие решения*
 - *... и т.п.*
- 
- *Действия пилота (перечень действий и их последовательность, величины и характер отклонений РУ и т.п.)...*

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ

Должны учитывать (содержать):

- *Временные показатели (время распознавания, реакции и т.п.);*
- *Действия пилота (перечень действий и их последовательность, величины и характер отклонений РУ и т.п.);*
- *Параметры динамики полета (углы атаки, крена, ... их угловые скорости, перегрузки, скорости и т.п.)*
- *...и т.п.*

Оценка действий пилота при попадании на БУА

(возможный вариант для гипотетического самолёта транспортной категории)

ОЦЕНИВЫЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ	ОЦЕНКА
ПРИБЛИЖЕНИЕ К СВАЛИВАНИЮ ПОСЛЕ СРАБАТЫВАНИЯ СИГНАЛИЗАЦИИ SW	
<i>Опознавание этапа приближение к сваливанию</i>	
Начало действий не позднее, чем через 1с (???) после начала работы SW / баффтинга.	В ДОПУСТИМЫХ ПРЕДЕЛАХ
Начало действий не позднее, чем через 2...3с (???) после начала работы SW / баффтинга, но до первых признаков сваливания.	С НЕЗНАЧИТЕЛЬНЫМ ВЫХОДОМ ЗА ДОПУСТИМЫЕ ПРЕДЕЛЫ БЕЗ НАРУШЕНИЯ БП
Действия по предотвращению сваливания не начаты или начало действий через 4с и более (???) после начала работы SW/баффтинга и/или после первых признаков сваливания.	С ВЫХОДОМ ЗА ДОПУСТИМЫЕ ПРЕДЕЛЫ С НАРУШЕНИЕМ БП

Оценка действий пилота при попадании на БУА

(возможный вариант для гипотетического самолёта транспортной категории)

ОЦЕНИВЬЕМЫЕ ПАРАМЕТРЫ

ОЦЕНКА

СВАЛИВАНИЕ САМОЛЁТА

Управление углом атаки

Штурвал (БРУ) отклоняется «от себя» с необходимым темпом до начала устойчивого уменьшения угла атаки. Признаки сваливания исчезают, угол атаки уменьшился ниже работы STALL WARNING за время не более 3с (???)

**В ДОПУСТИМЫХ
ПРЕДЕЛАХ**

Штурвал (БРУ) отклоняется «от себя» с заниженным темпом. Признаки сваливания исчезают, угол атаки уменьшается ниже работы STALL WARNING с задержкой до 5с (???)

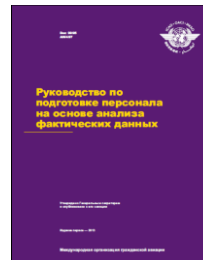
**С НЕЗНАЧИТЕЛЬНЫМ
ВЫХОДОМ ЗА
ДОПУСТИМЫЕ
ПРЕДЕЛЫ БЕЗ
НАРУШЕНИЯ БП**

Штурвал (БРУ) не отклоняется «от себя» или/и отклоняется очень вяло, с недостаточным темпом или с чрезмерно высоким темпом. Вывода из сваливания не происходит или происходит с большой задержкой более 6с (???), или при выводе из сваливания самолёт попадает на отрицательные углы атаки.

**С ВЫХОДОМ ЗА
ДОПУСТИМЫЕ
ПРЕДЕЛЫ С
НАРУШЕНИЕМ БП**

Сценарии для тренажёров ситуаций типа LOC-I.

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К СЦЕНАРИЯМ



**Руководство
ИКАО DOC 9995**

1). Возможность отработки действий на всех этапах ситуации типа БУА (LOC-I):

1. приближение к БУА до срабатывания сигнализации STALL WARNING,
2. попадание на БУА – начало срабатывания сигнализации STALL WARNING,
3. сваливание самолёта и вывод из сваливания,
4. вывод из сложного пространственного положения после вывода из сваливания.

2). Возможность отработки всех компетенций для ситуации типа БУА (LOC-I):

1. компетенция распознавания;
2. компетенция управления углом атаки;
3. компетенция управления перегрузкой;
4. компетенция управления воздушной скоростью;
5. компетенция управления пространственным положением.

3). Сценарии не должны быть фатальны.

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



ВОПРОСЫ!

Докладчик:

Широких Вадим Павлович – летчик испытатель АО «Гражданские самолеты Сухого»