



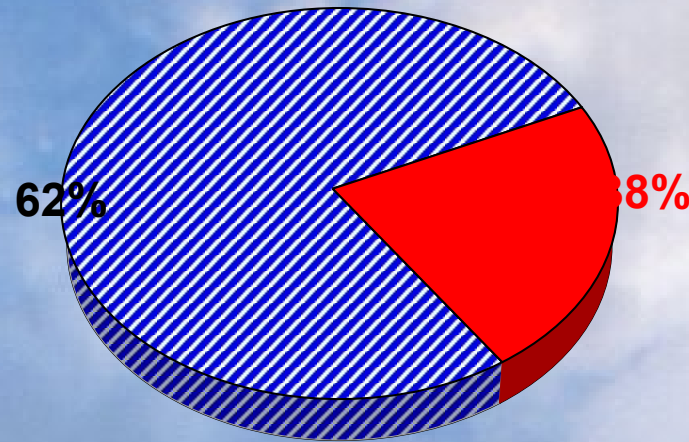
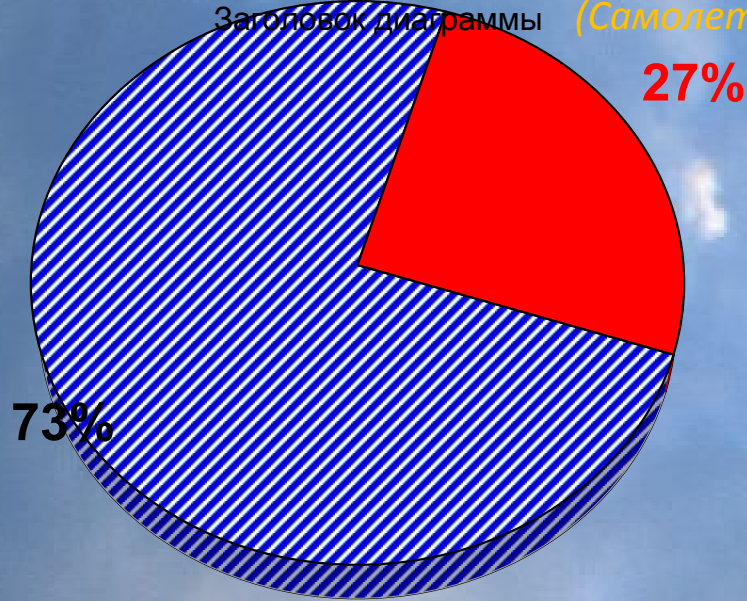
# Проблемные вопросы, связанные с подготовкой пилотов ГА по тематике СПП и С (ЛОС-1).

*Докладчик:*

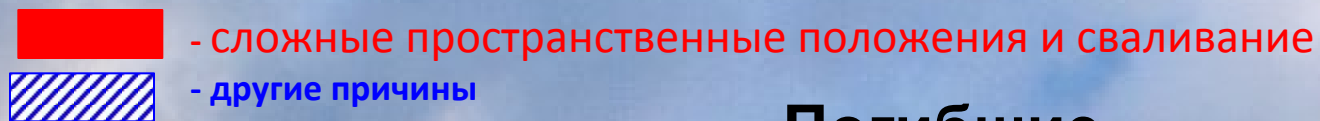
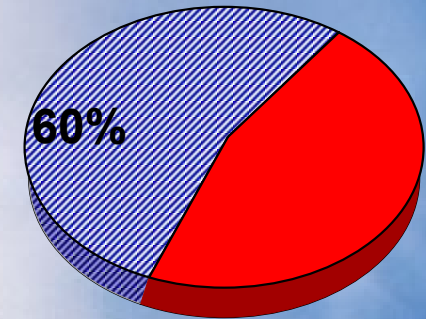
Бирюков В.В - заслуженный летчик-испытатель

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

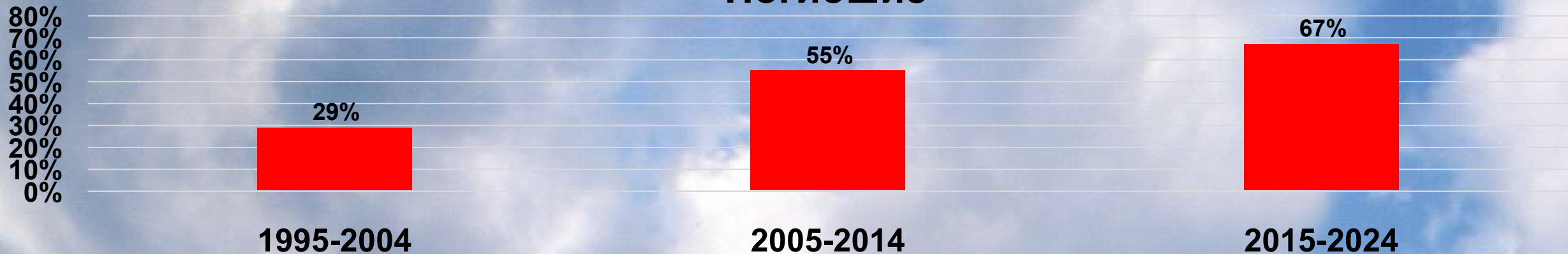
(Самолеты 1...3 классов в СНГ за период 1995...2024г.г.)



Заголовок диаграммы



## Погибшие



Возможные сценарии переходов от одной угрозы к другой	Основные угрозы потери управления (LOC-I)			Примеры событий из эксплуатации
	Сваливание	СПП	Выход за ограничения по скорости и перегрузке	
1				<ul style="list-style-type: none"><li>• A310 23.03.1994 Междуреченск, «РАЛ», Крейсерский полет</li></ul>
2				<ul style="list-style-type: none"><li>• Boeing 737-500 14.09.2008, Пермь, «Аэрофлот-Норд», заход на посадку</li><li>• Boeing 737-500 17.11.2013 , Казань, «Татарстан», заход на посадку</li><li>• Boeing 737-800 19.03.2016 , Ростов-на-Дону, «FlyDubai», заход на посадку</li><li>• Ан-148 11.02.2018, Домодедово, «Саратовские авиалинии», Набор высоты</li></ul>
3				<ul style="list-style-type: none"><li>• Ту-154М 22.08.2006 , Донецк, «Пулково», Крейсерский полет</li></ul>
4				<ul style="list-style-type: none"><li>• ATR-72 02.04.2012, Тюмень, «UTAir», Взлет</li><li>• DHC-8-400 12.02.2009, Буффало, «Colgan Air» (США), заход на посадку</li><li>• A330 01.06.2009, Атлантика, «Air France», Крейсерский полет</li></ul>
5				<ul style="list-style-type: none"><li>• Ил-76 06.12.2006, Испытательный полет, ЛИИ</li></ul>
6				<ul style="list-style-type: none"><li>• Boeing 757-200, 22.01.2002, Осло, «Icelandair», заход на посадку</li></ul>
7				<ul style="list-style-type: none"><li>• Boeing 747, 29.12.2000, Судан, «British Airways», Крейсерский полет</li></ul>
8				<ul style="list-style-type: none"><li>• Boeing 737-500, 13.10.2017, Внуково, «UTAir», заход на посадку</li><li>• RRJ-95 25.04.25 Новый Уренгой «Ямал» заход на посадку, уход на 2-ой круг</li></ul>

# ПРИЧИНЫ НЕВЫВОДА САМОЛЕТОВ

- Непонимание экипажем особенностей изменения характеристик самолета при попадании на большие углы атаки
- Неумение распознать приближение к сваливанию и его начало
- 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
- Потеря работоспособности (частичная или полная) и попадание в состояние «ступора» при околоноудевых и отрицательных перегрузках

# ОБЛАСТИ ПОЛЕТА





# ФАП - 128

## Допуск экипажа воздушного судна к полету

**5.84.** Эксплуатант не допускает членов летного экипажа воздушного судна до выполнения своих функций, если они не прошли подготовку по разработанной эксплуатантом программе подготовки, которая обеспечивает надлежащую подготовку членов летного экипажа для выполнения возложенных на них обязанностей и:

**е) предусматривает следующее:**

**теоретическую подготовку и тренировку по выводу воздушного судна из сложного пространственного положения, предсрывных режимов, режима сваливания – не реже одного раза в три года.**

## ФАП

(Приказ № 229 МинТранс РФ от 12.07.2019 г.)

## Требования к тренажеру для подготовки и контроля навыков экипажей гражданских ВС

*Моделирование условий полета в эксплуатационной области*

# ЭТАПЫ ПОДГОТОВКИ

## Теоретический курс



работка Программы обучения и тренировки инструкторов и линейных пилотов ГА

## Курс теоретической подготовки

должен знакомить летный состав с динамикой поведения самолета на больших углах атаки (БУА), при сваливании, а также при попадании в условия сложного пространственного положения, с отечественной и зарубежной статистикой соответствующих авиационных происшествий (АП), причинами попадания самолетов в сложные пространственные положения в рассматриваемых АП, анализом развития рассматриваемых ситуаций и допущенными ошибками пилотирования, рекомендациями по правильной оценке и пилотированию самолета в подобных ситуациях

## Тренажерная подготовка

UPSET

STALL

**СОЗДАНИЕ СПЕЦТРЕНАЖЕРА**

## Курс тренировки на наземном тренажере

должен обеспечивать закрепление у летных экипажей практических своевременного опознавания развития сложного пространственного положения при сваливании, особенностями поведения самолетов различного типа в этих условиях, приобретение устойчивых навыков приёмов пилотирования и в психологической устойчивости, связанных с безопасным выводом самолета из сложного пространственного положения на различных этапах его развития, включая сваливание

Летная подготовка????

учебно-тренировочный самолет ?????



# ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СВАЛИВАНИЯ, КОТОРЫЕ ДОЛЖНЫ БЫТЬ РЕАЛИЗОВАНЫ В МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТРЕНАЖЕРА





# **ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ**

при обучении и тренировки на СПП и сваливание

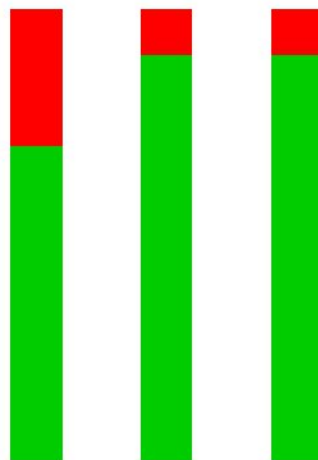
# Адекватность реального полета и авиационного тренажёра

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



?



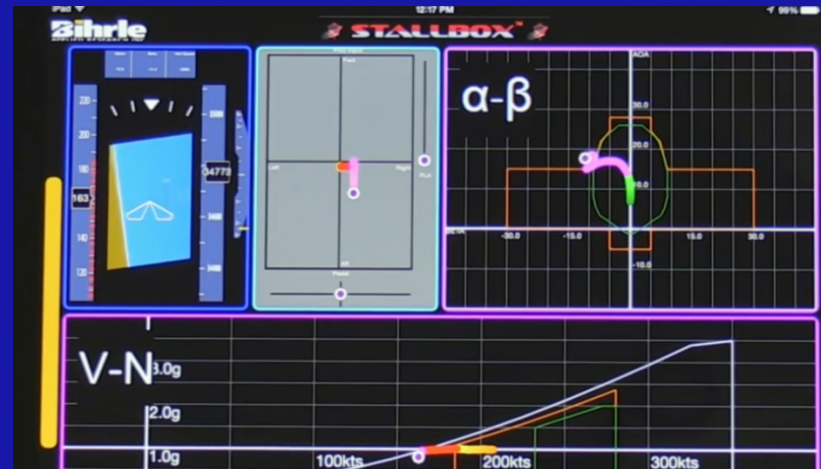
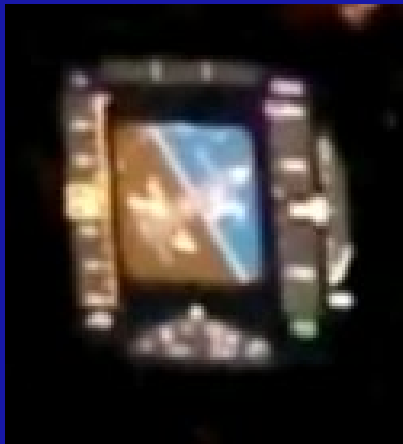
(

# Full Flight Simulator with StallBox

## Alaska Airlines



Alaska Airlines начала ввод новых пилотов через 4-х часовое обучение предотвращению и выводу из СПП, которое включает в себя полные сваливания и целый ряд других возможных сценариев потери управления в полете (LOC-I).



# ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТРЕНАЖЕРОВ ПРИ ТРЕНИРОВКЕ ПО СПП И СВАЛИВАНИЮ

- **ОТСУТСТВИЕ КОРРЕКТНОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ НА БОЛЬШИХ УГЛАХ АТАКИ И СКОРОСТЯХ (с учетом недостатков, присущих мат. модели западных тренажеров)**
- *ОГРАНИЧЕНИЯ СИСТЕМЫ ПОДВИЖНОСТИ*
- *НЕВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ЗАПИСИ В ГРАФИЧЕСКОМ ВИДЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОЛЕТА ПО ТИПУ «ЧЕРНЫЙ ЯЩИК» ДЛЯ АНАЛИЗА ДЕЙСТВИЙ ПИЛОТА*
- *ОТСУТСТВИЕ ФУНКЦИИ PLAY BACK*
- *НЕОБХОДИМОСТЬ ДОРАБОТКИ ИНТЕРФЕЙСА МЕСТА ИНСТРУКТОРА*



# Что сделано и что можно и нужно делать прямо сейчас

- Поднять уровень теоретической подготовки летного состава, начиная с первоначальной подготовки
- **Курс теоретической подготовки (АУЦ : S-7, РАТА а/к Авиастар Ту, .....)**
- Для тренировок по UPSET можно использовать существующие тренажеры с соответствующей Программой, которая должна быть уточнена

## Что уже сделано по созданию тренажера для тренировки по сваливанию и что нужно делать «завтра»

### - Разработка проекта ТЗ на спец тренажер

- Разработаны требования к математической модели
- Подобрана группа инженеров с опытом создания ММ (ЦАГИ и ЛИИ) и летчиков-испытателей, имеющих практический опыт полетов на БУА и сваливание
- Созданы (но не внедрены ) ММ на БУА для самолета SJ-100 new-
- «Наработки» по созданию ММ на пилотажном стенде ПСПК\_102 (ЦАГИ)

# Программа подготовки специалистов, входящих в состав летного экипажа пилотируемых гражданских воздушных судов, к действиям в особых ситуациях, связанных с потерей управляемости в полёте (LOC-I) на ВС RRJ-95

Тематическое содержание этапов подготовки (краткое изложение основных вопросов) (объем и содержание)

№ п/п	Наименование дисциплин (разделов)	Количество ак.ч.
1.	Статистика летных происшествий, по группе LOC-I по данным зарубежных и российских источников	1
2.	Термины LOC-I и UPSET, трактовка категорий FAA, IATA, EASA, NTSB	1
3.	Основные документы по подготовке пилотов LOC-I и UPSET	1
4.	Устойчивость и управляемость самолета	2
5.	Большие углы атаки	2
6.	Наземные и летные испытания самолетов на БУА. Требования Норм летной годности	1
7.	Сваливание и штопор	1
8.	Основные методы вывода из сваливания	1
9.	Основные ошибки пилотов при выводе из сваливания	1.5
10.	Непреднамеренное отклонение самолёта от нормального режима полёта (UPSET)	1
11.	Обледенение воздушного судна	1
12.	Возможности и ограничения современных тренажеров	1
13.	Основные особенности системы управления современных самолетов с СДУ в NORMAL MODE и DIRECT MODE	1.5
14.	Методические рекомендации по обучению и тренировке пилотов по UPRT и FULL STALL	1
15.	Практические занятия на FFS ВС RRJ-95. Брифинг и дебрифинг. Анализ видео записи выполненных режимов	4+2
I	Итоговая аттестация	1
	Итого:	24

# Разработка ТЗ на тренажер

- **3.1 По математической модели**
- 3.2 По конструкции и компоновки кабины летного экипажа (кресла пилотов, рычаги управления самолетом, приборная доска, автопилот,
- 3.3 По рабочему месту инструктора
- 3.4 По системе подвижности
- 3.5 По системе визуализации
- 3.6 По предлагаемым сценариям и отказам (отказ двигателя, системы управления, механизации, обледенение, ветровые порывы, отказ скорости и т.п.)
- 3.7 По записям параметров и функции Play back
- 3.8 По анализу качества выполненного режима. Разработка критериев оценки.
- 3.9 По оборудованию класса разбора
- 
- 4. По созданию рабочего пилотажного стенда для отработки мат. Модели и сценариев. Предложения по его размещению
- 5.Другие вопросы (сертификация, финансовые вопросы, сроки)
-

## ТРЕБОВАНИЯ К ММ

- **3.1 По математической модели**
- Создание корректной математической модели, в первую очередь на критических режимах, является самой сложной и трудоемкой задачей, требующей соответствующей квалификации и знаний всех участников ее создания. При разработке и последующей оценке адекватности модели динамики полетов на этих режимах необходимо иметь в виду, что главным критерием ее точности (адекватности) должно быть исключение приобретения негативных навыков у пилотов, которые будут проходить обучение и тренировку
- Математическая модель будет основана:
  - - на имеющимся опыте создания моделей для такого класса самолетов (аэродинамических продувок и расчетов),
  - -на материалах летных испытаний,
  - -личном опыте летчиков-испытателей, имеющих практический опыт и проводивших испытания на БУА и больших скоростях и числах М,
  - -на материалах расследования АП и инцидентов, входящих в категорию LOC-I



# **Разработка специального тренажера для подготовки и тренировки летного состава по выводу самолета транспортной категории из критических режимов(ССПиС)**

## **ТРЕБОВАНИЯ К ММ**

- 3.1.1 В основу модели (ММ) должна быть положена ММ гипотетического самолета (осредненная) в эксплуатационном диапазоне высот, скоростей, углов атаки, перегрузок, характерных для современного самолета с массой от 40 до 100 тонн. В дальнейшем предусматривается уточнение ММ для самолетов с меньшей и большей массой (инерционных характеристик в зависимости от массы).
- 3.1.2 ММ должна обеспечивать выполнение полета, в так называемом NORMAL MODE (NM) с работой всех автоматических функций защиты по скорости, углу атаки, перегрузки, крену, тангажу, как при ручном пилотировании, так и при автоматическом через автопилот с упрощенными функциями: (стабилизация курса, крена, скорости...)
- 3.1.3 ММ должна обеспечивать адекватное поведение, в так называемом DIRECT MODE (DM) в расширенном диапазоне углов атаки (до  $50^{\circ} \dots 60^{\circ}$ ) и по скорости (до  $V_D = V_{MO} + 50 \dots 70 \text{ kt}$ ). В DM должно быть реализовано не только изменение характеристик устойчивости и управляемости по углу атаки, скорости (числу М), но и при неправильных действиях пилота (например отклонение органов поперечного управления «против» развивающегося крена до устойчивого уменьшения угла атаки).
- 3.1.4 Должно быть реализовано 5-6 видов сваливания с соответствующими естественными признаками приближения к сваливанию (например, бафтинг, возникновение асимметрии в боковом канале )

■



# ОСНОВНЫЕ ВИДЫ СВАЛИВАНИЯ



# Разработка специального тренажера для подготовки и тренировки летного состава по выводу самолета транспортной категории из критических режимов(ССПиС)

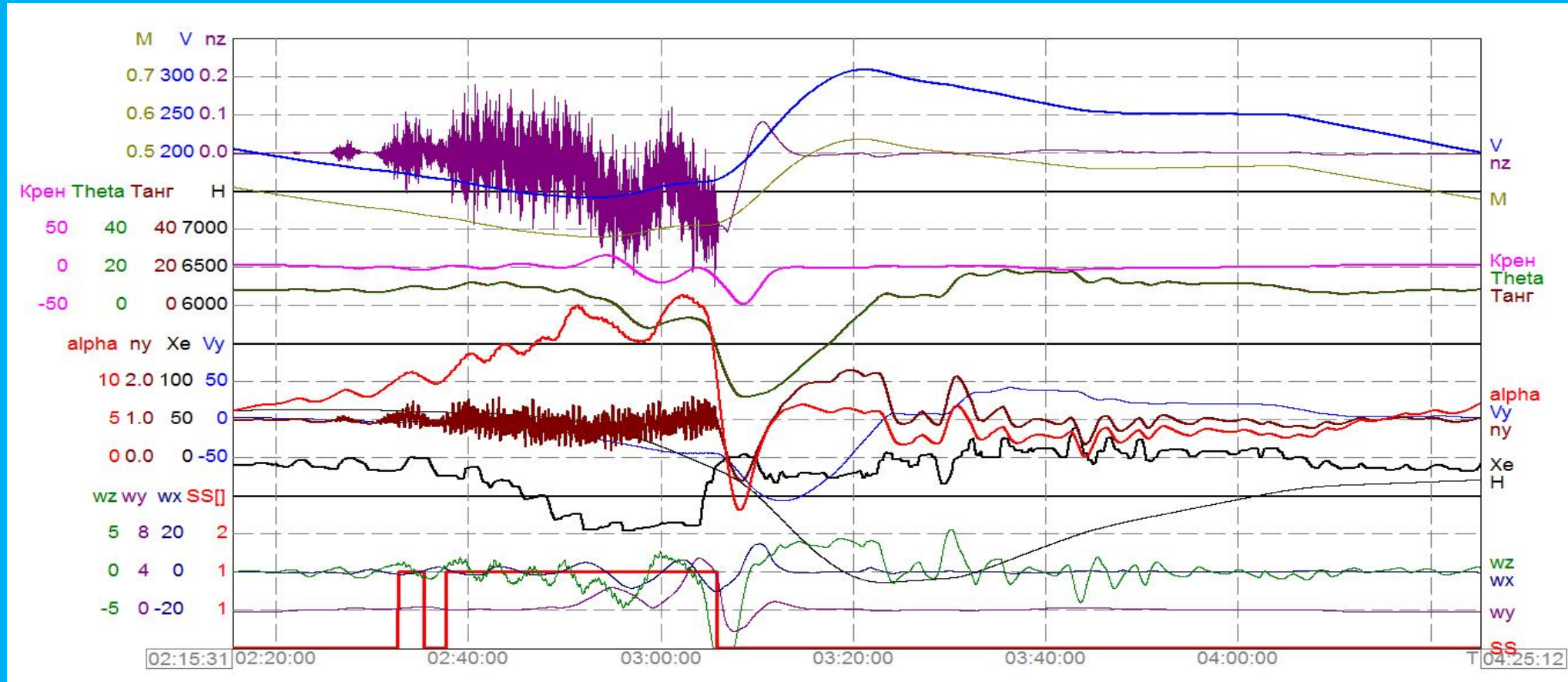
## ТРЕБОВАНИЯ К ММ

- Каждая конкретная разновидность сваливания в зависимости от многочисленных факторов (темпа увеличения угла атаки, перегрузки, падения скорости, наличия скольжения, характера действия пилотом рулями и т.п.) отличается разными угловыми скоростями тангажа, крена, рыскания. Поэтому с этой точки зрения, в ММ это должно быть реализовано в динамике сваливания в виде нескольких вариантов, выбор которых может производиться с пульта инструктора
- 3.1.4 ММ должна быть разработана для всего эксплуатационного диапазона центровок и конфигураций, включая нештатные («отказные») конфигурации.
- 3.1.5 Кроме того, ММ должна корректно воспроизводить динамику полета в случаях отдельных основных отказов (отказ двигателя) на всех этапах полета (взлет, набор высоты, крейсерский полет, снижение, заход на посадку, уход на второй круг и посадку).
- 3.1.6 ММ должна учитывать изменение внешних условий (обледенение, ветровые порывы, турбулентность, сдвиг ветра и т.п.)
- 3.1.7 ММ должна учитывать в динамике явление гистерезиса в характеристиках  $C_y$ ,  $mz=f(\alpha)$
- 3.1.8 Основные характеристики ММ силовой установки (тяга, время приемистости, газодинамической устойчивости) в зависимости от высоты, скорости полета должны соответствовать аналогичным характеристикам современных двигателей, включая область больших скоростей и углов атаки

■

# Исследовательский пилотажный стенд ПСПК-102.(ЦАГИ)

## Вывод из развивающегося сваливания (пример)



Исходные данные: W= 68т, Хт=42% (задняя) САХ. АОАmax=21°, Wу до5гр/сек.

На выводе: тангаж=-48°, крен -47°, ну при выводе 2.2, время вывода 26 сек, потеря высоты2200 м.

Такой режим показывает, что при своевременных действиях пилота по выводу из сваливания самолет выходит из сваливания практически без запаздывания, но при этом может попасть в СПП (тангаж=-48°, крен -47°).



# Исследовательский пилотажный стенд ПСПК-102.(ЦАГИ)

## ПРИМЕРЫ НЕКОТОРЫХ СВАЛИВАНИЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ХАРАКТЕРА ДЕЙСТВИЙ ПИЛОТА

ОПИСАНИЕ РЕЖИМОВ РЕЖИМ 3 РИС19

время	Описание	АОАmax (град)	ny	Крен (град)	тангаж	Vmax
00:40- 01:40	FL200Сваливание на крыло влево медленное $\omega_x \sim 5-7^\circ/\text{сек}$ Правильные действия!	11.1	0.44 -1.7	-30	-13	177
02:11- 03:05	FL180 Сваливание на нос. Классика	14.2	0.4-1.6	-5	-14	195
03:40- 04:30	Сваливание резкое на крыло с подхватом $\omega_x \sim 25-30^\circ/\text{сек}$ Запоздалые действия!	35!!	0.1-2.87	100	-60	257 +SB
05:20- 06:16	Сваливание медленное влево-вправо Своевременные действия	27	0.13- 1.7(1.9)	$\pm 15-$ 25	-36	220
07:15- 08:15	Сваливание резкое на крыло с подхватом $\omega_x \sim 30-35^\circ/\text{сек}$ Ошибочные действия	29	NY=0.09- 4.4	170	-70	318

СОЗДАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА  
ПО ОБУЧЕНИЮ ПИЛОТОВ ВЫВОДУ ИЗ СПП И СВАЛИВАНИЯ

## ГЛАВНЫЙ ВОПРОС

• Кто заказчик?! кому это нужно?

Авиакомпании?

Росавиация?

Минтранс?

Минпромторг? (Разработчик?)...

МО?

?????????????.....

# **ПРОБЛЕМНЫЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛЬНОГО ТРЕНАЖЕРА ПО ОБУЧЕНИЮ ПИЛОТОВ ВЫВОДУ ИЗ СПП И СВАЛИВАНИЯ**

- **Организационно-методические:**

- Обсуждение плана разработки и ТЗ тренажёра (Встреча специалистов ЭСВО в ЦАГИ: аэродинамические трубы, стенды и т.п.);
- Утверждение плана (ТЗ) разработки специального тренажёра в Росавиации и/или МинТрансе РФ;
- Разработка методики тренажерной подготовки пилотов по выводу из сваливания и СПП;
- Разработка методики подготовки инструкторов обучению пилотов на тренажере выводу из сваливания и СПП;
- Разработка критериев оценки действий пилотов на тренажёре по выводу из сваливания и СПП;
- Разработка основных сценариев попадания ВС в области предельно-допустимых и критических режимов и формирование расширенного перечня отказов;

- **Правовые:**

- Разработка критериев квалификационной оценки неэксплуатационной области тренажёра;
- Утверждение критериев квалификационной оценки тренажера в Росавиации и/или Минтрансе РФ;
- Квалификация и валидация тренажёра (в т.ч. Разработка плана испытаний тренажёра);

- **Финансовые:**

- Финансирование создания специализированного стенда и тренажера;
- Заключение ЦАГИ о приемлемости спецтренажера для подготовки тренировки летного состава

# 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 распознавать приближение к критическим режимам, предупреждать попадание в СПП и сваливания, а если такое все же произошло, научить грамотно выводить самолет из таких режимов .
3. По проблеме **вывода из СПП**:  
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. В настоящее время активно ведутся работы за рубежом по расширению диапазона ;
  - **отсутствуют соответствующие методики и программы обучения пилотов и подготовки инструкторов ;**
5. Необходима **разработка методического пособия** для пилотов неманевренных транспортных самолетов по предупреждению попадания в сложные пространственные положения и сваливание и безопасному выводу из них
6. Есть уверенность, что при наличии правильных методик и средств обучения линейные пилоты **могут успешно овладеть необходимыми навыками**.