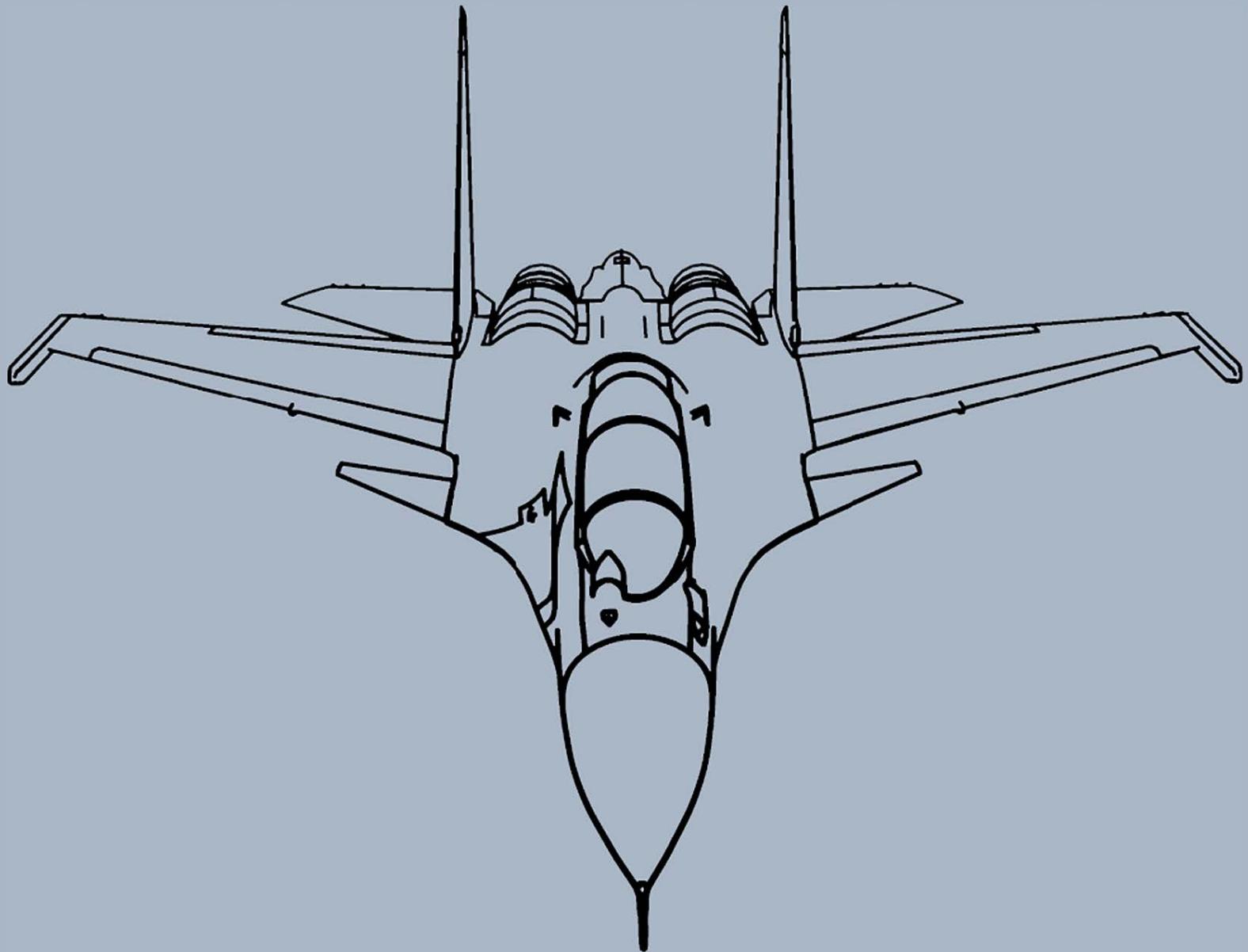


**Su-30 Codename  
FLANKER**



EFM ДОКУМЕНТАЦИЯ

**DCS**

## Введение

Эта летная модель - итог целого года беспрерывной работы команды разработчиков, тестеров и соавторов. Она также является прямым результатом всей той удивительной поддержки, которые мы получили и продолжаем получать от наших членов сообщества. Мы благодарим всех вас за терпение и очень признательны за добрые слова и поддержку.

Цель этой летной модели - сделать поведение самолета максимально похожим на реальное, когда речь идет о летных характеристиках и маневренности. Для этого мы опирались на мнение нескольких экспертов, а также на общедоступную информацию, видео и документацию и делали обоснованные предположения в тех случаях, когда не было четкой информации. **Никакая информация/данные, которые мы использовали для моделирования полета, не являются конфиденциальной по своей природе, и вся информация, предоставленная нам экспертами, предварительно тщательно проверена.**

При разработке характеристик EFM мы почти полностью сосредоточились на симуляционном аспекте DCS, а не на игровом.

## ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ И ОГРАНИЧЕНИЯ

- Это версия 1.0 EFM для Su-30 Mod, и поэтому ряд функций в настоящее время отсутствует и будет представлен позже во время дальнейшей разработки
- Не рассчитано для полетов на клавиатуре (без джойстика)
- Модель повреждения - примитивная. Будет улучшена в будущем
- Эффект авторотации пока не реализован
- Наличие хотя бы некоторой мертвых зоны (~5 минимум) в настройках оси для крена, тангажа и рыскания является обязательным.
- Из-за ограничений SDK, большинство новых анимаций, которые мы добавили, работают только на стороне клиента
- Некоторые визуальные эффекты могут работать некорректно в VR
- Мод находится в стадии бета-версии. Поэтому ожидайте ошибок, глюков и проблем с производительностью.
- Это не официальный платный модуль, так что будьте реалистичны в своих ожиданиях.

## **Оглавление**

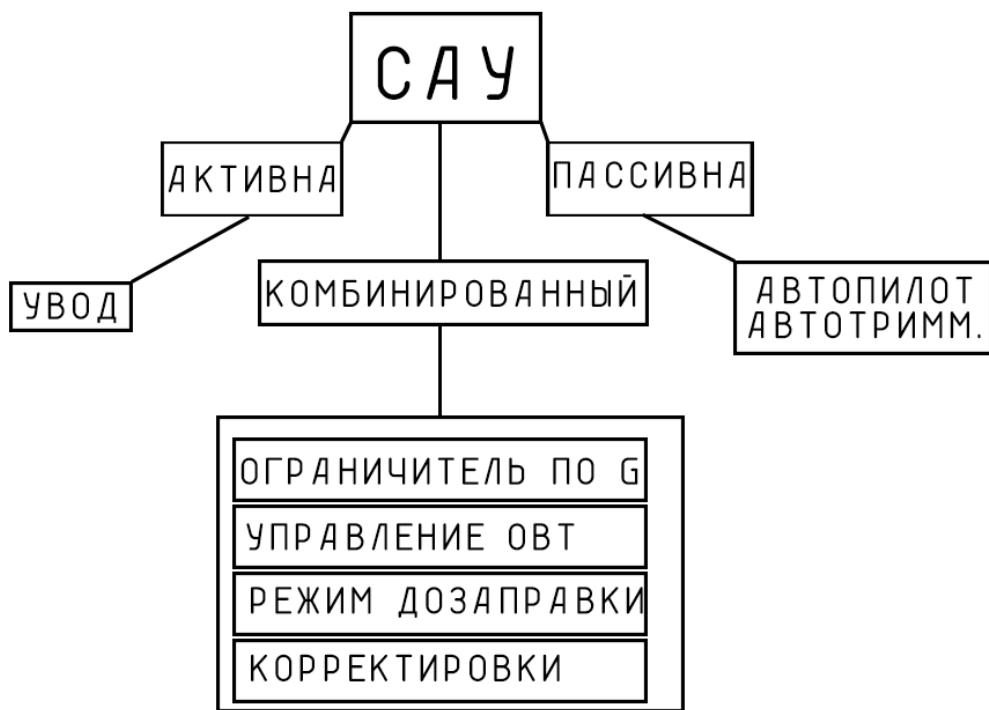
---

1.0 МЕТОДОЛОГИЯ.....	Страница 4
2.0 СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ.....	Страница 6
3.0 ХОЛОДНЫЙ ЗАПУСК.....	Страница 7
4.0 ОБОЗНАЧЕНИЯ ИЛС.....	Страница 17
5.0 УПРАВЛЕНИЕ ОВТ.....	Страница 20
6.0 УВОД.....	Страница 23
7.0 АВТОПИЛОТ.....	Страница 25
8.0 РЕЖИМ ДОЗАПРАВКИ В ВОЗДУХЕ.....	Страница 28
9.0 ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПО ПЕРЕГРУЗКЕ.....	Страница 30
10.0 АВТО-ТРИММИРОВАНИЕ.....	Страница 31
11.0 СХЕМЫ МАНЕВРОВ.....	Страница 32
12.0 АНИМАЦИЯ И ВНЕШНИЙ ВИД.....	Страница 40

Модель полета разработана таким образом, что позволяет самолету работать в 4 различных состояниях. В зависимости от ситуации эти состояния часто пересекаются. Взаимодействие между состояниями и переходы от одного состояния к другому, основанные на входных данных пилота и внешних переменных, разработаны таким образом, чтобы быть плавными. Ниже приводится краткое описание каждого состояния. **Обратите внимание, что 4-е состояние реализовано лишь частично в текущей итерации EFM**

### 1) САУ - Система Автоматического Управления:

Это состояние соответствует выполнению бортовым компьютером различных действий. Некоторые из этих действий связаны с передачей управления пилоту, некоторые работают пассивно в фоновом режиме, некоторые дополняют действия пилота, а другие ограничивают пилота от попадания самолета в небезопасные ситуации. САУ можно разделить на категории и подкатегории, как показано на схеме ниже:



Каждая из этих подсистем будет подробно рассмотрена в последующих главах

## **2) Базовая маневренность:**

Это состояние является общим для всех самолетов в DCS, где вы используете общие аэродинамические силы и моменты для перемещения или поворота самолета, чтобы достичь базового полета. Это состояние моделируется на основе реалистичной реализации сил и моментов.

## **3) Сверх-маневренность:**

Это состояние может быть достигнуто с помощью управления вектором тяги. В этом состоянии, сопла двигателей меняют направление тяги, которая не совпадает с традиционными аэродинамическими осями. В результате компоненты этих внеосевых сил могут генерировать угловой момент, достаточный для вращения самолета. Поскольку момент создается двигателем, а не управляющими поверхностями, ОВТ не чувствителен к малой скорости полета, углу атаки или углу скольжения и, таким образом, обеспечивает беспрецедентную свободу маневрирования, особенно на низких скоростях. По этой же причине некоторые голосовые предупреждения, связанные со срывом и высоким углом атаки, не воспроизводятся, когда ОВТ активен. Включение ОВТ также отключает такие функции безопасности, как УВОД.

## **4) Нестабильное/неравновесное состояние:**

Это состояние включает в себя дифференциальную тягу (разнотяг или отказа двигателя), поврежденные поверхности управления, отсутствующие крылья/стабилизаторы/руль направления и т. д. или некоторую комбинацию всех этих вещей. В настоящее время это состояние реализовано лишь частично, и мы будем улучшать его в будущих итерациях EFM.

---

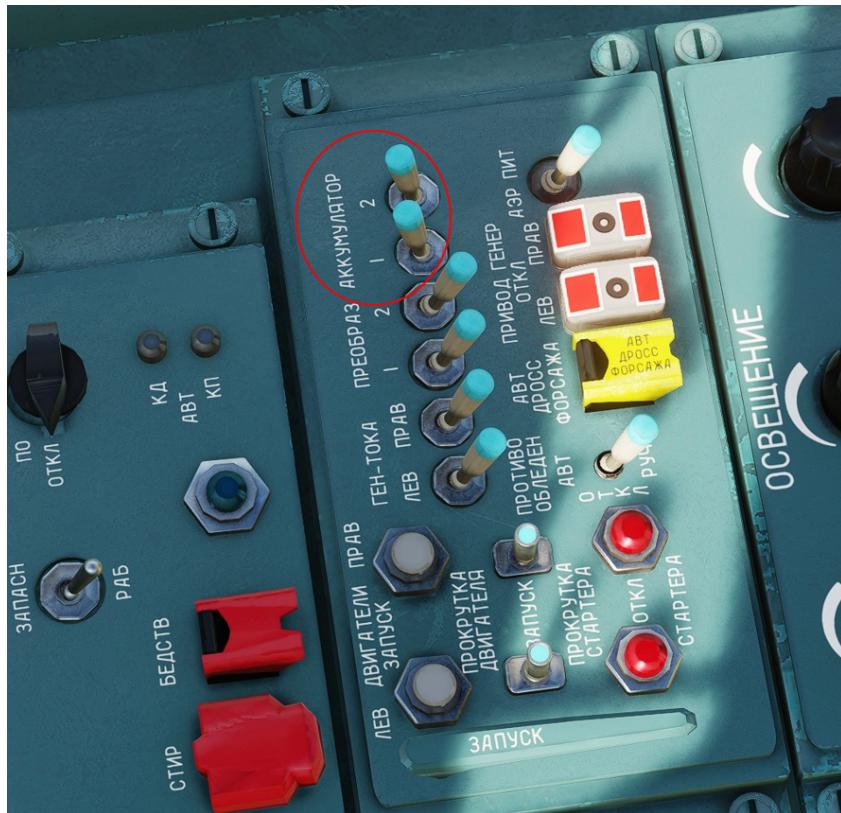
Су-30МК/СМ - это современные машины, оснащенные цифровой системой управления с четырехкратным резервированием. Основная цель этой системы - обеспечить стабильность и последовательность маневров при сохранении структурной целостности планера.

# ХОЛОДНЫЙ ЗАПУСК

3.0

Ниже приведено пошаговое руководство по холодному запуску самолета.

1. Включаем аккумуляторные батареи:



2. Включаем УКВ1 и УКВ2 радиостанции с данной панели



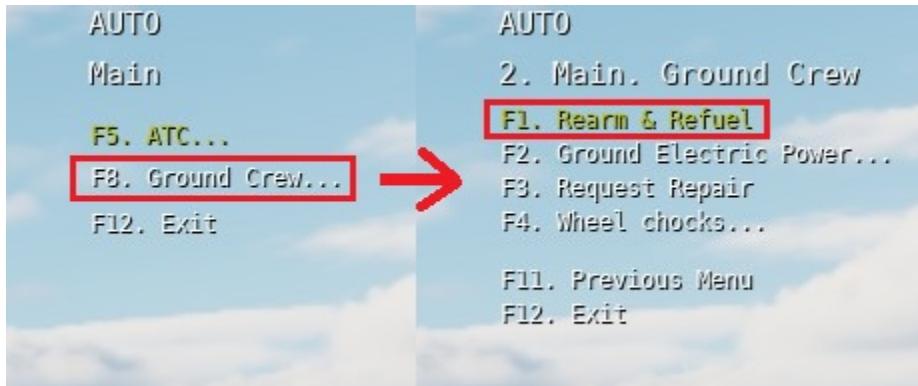
3. Включите следующие 4 тумблера на панели распред-устройств:



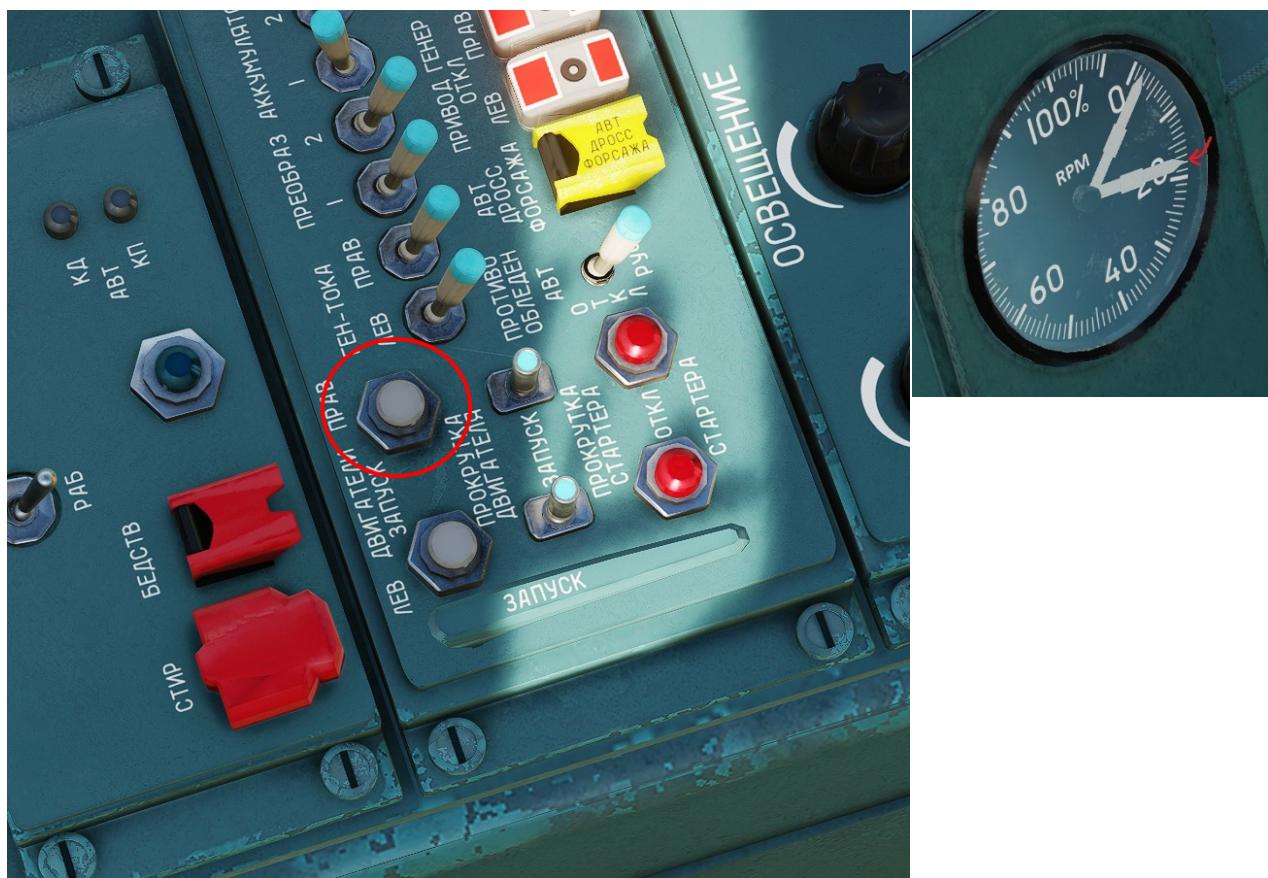
4. На этом этапе радиостанция должна работать. Проверьте:



5. Теперь вы можете перевооружиться и дозаправиться, если это необходимо. Нажмите "\" или "RShift+\\" , чтобы вызвать меню связи, затем "F8" -> "F1" , чтобы вызвать меню перевооружения. Дождитесь окончания этого процесса, прежде чем переходить к следующему шагу. Обратите внимание, что в этом состоянии вы не можете связаться с диспетчером. Если вам не нужно заправляться/перевооружаться, пропустите этот шаг.

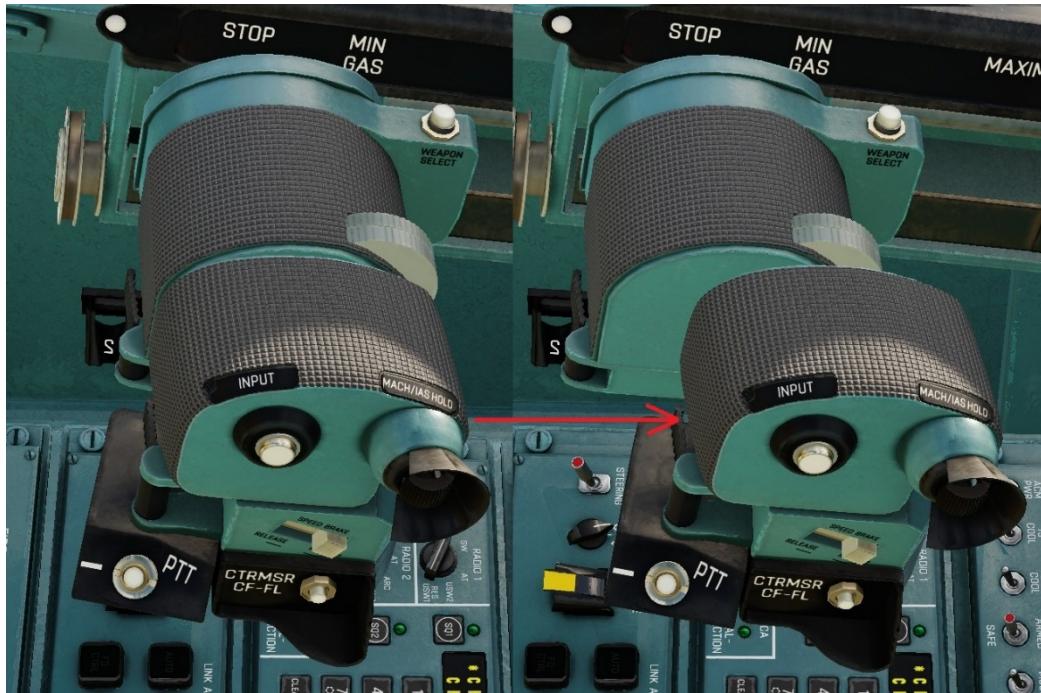


6. Теперь запустим правый двигатель. Нажмите и удерживайте кнопку запуска правого двигателя, пока зеленый курсор не исчезнет. После этого обороты правого двигателя начнут расти. Следите за аналоговым индикатором оборотов и ждите, пока стрелка не достигнет 25%.

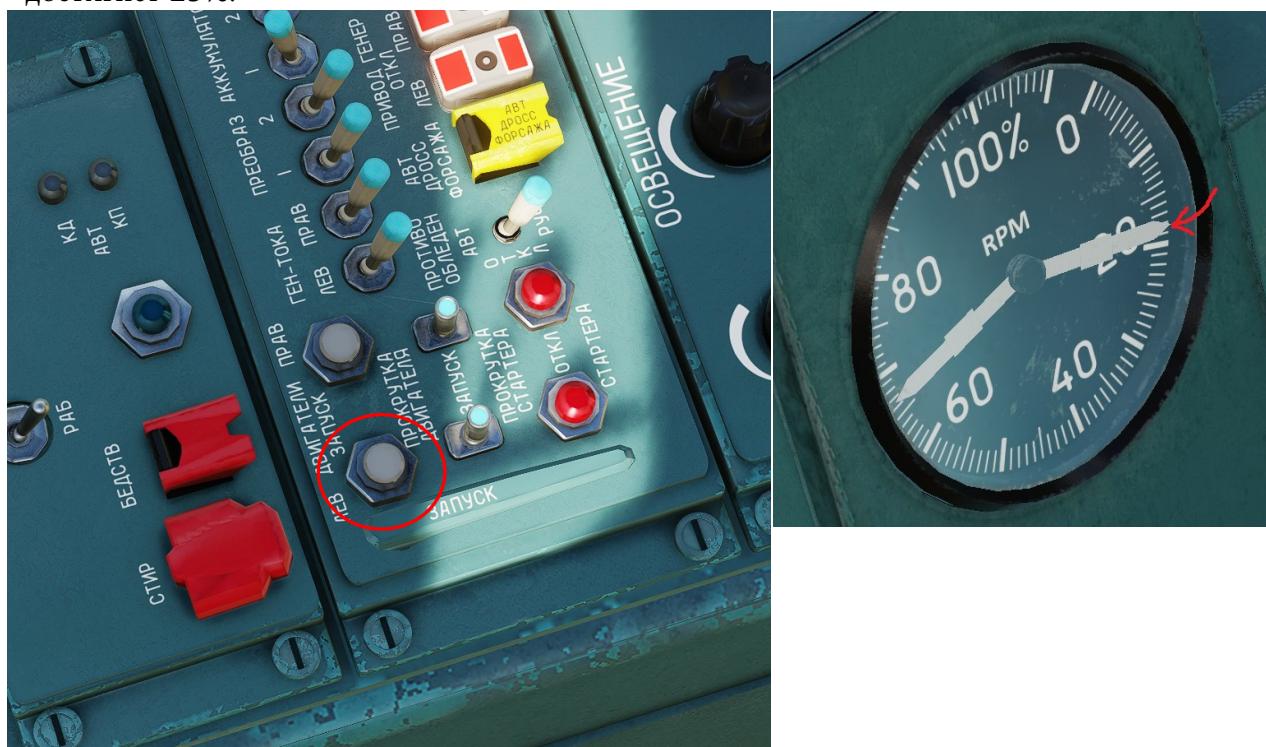


7. Используйте следующую комбинацию клавиш для того чтобы снять правый РУД с положения СТОП:

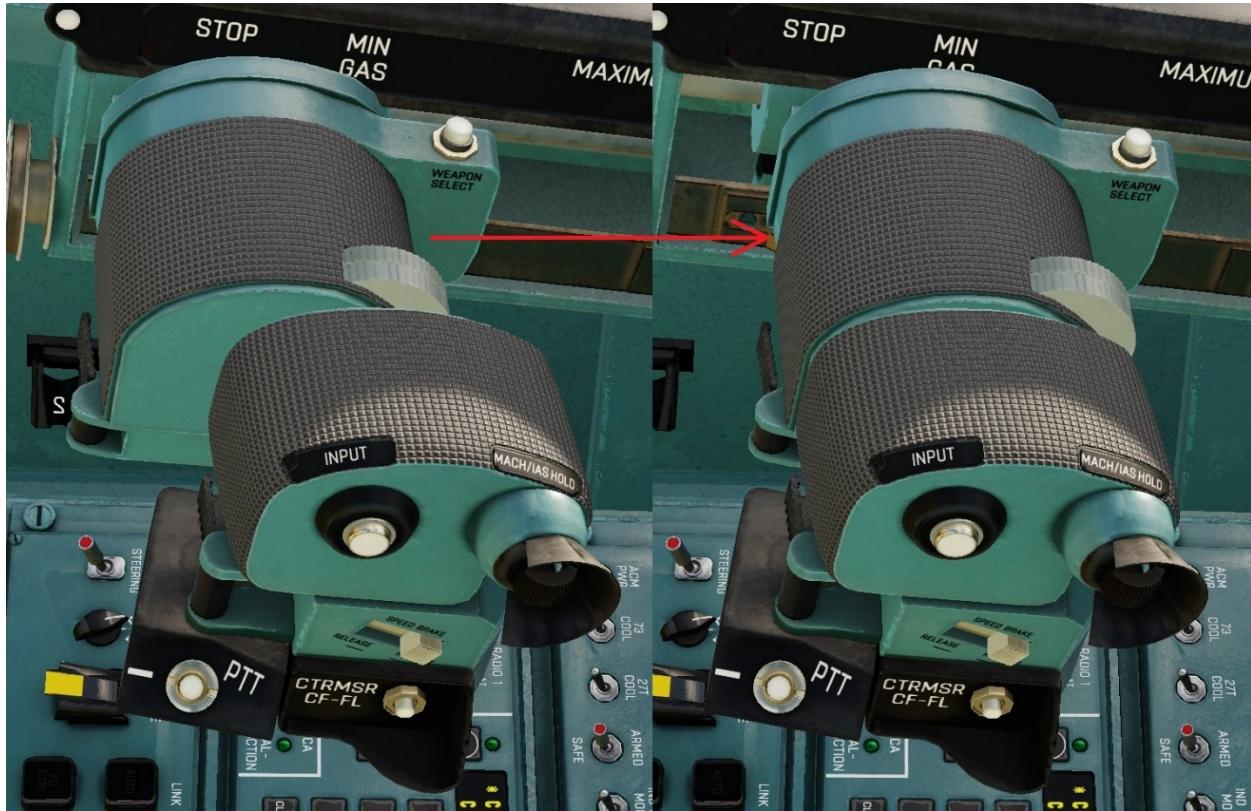
Left Throttle IDEL detent	Systems	RAlt + End
Right Throttle IDEL detent	Systems	RCtrl + End



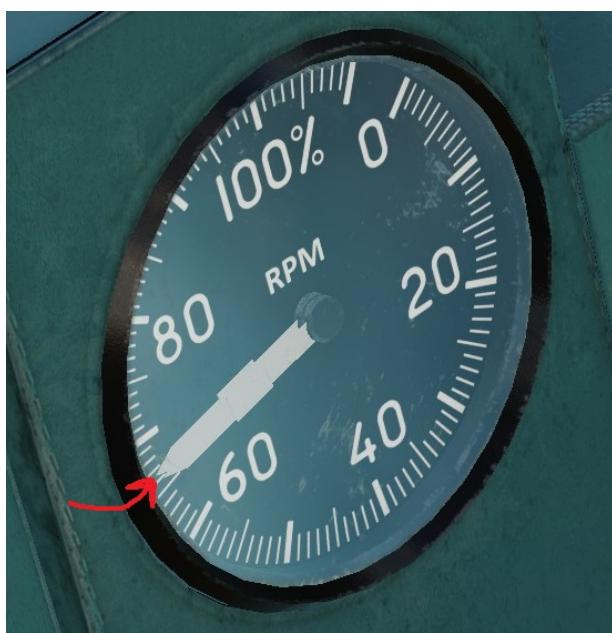
8. Теперь запустим левый двигатель. Нажмите и удерживайте кнопку запуска левого двигателя, пока зеленый курсор не исчезнет. После этого обороты левого двигателя начнут расти. Следите за аналоговым индикатором оборотов и ждите, пока стрелка не достигнет 25%.



9. Используйте следующую комбинацию клавиш для того чтобы снять левый РУД с положения СТОП:



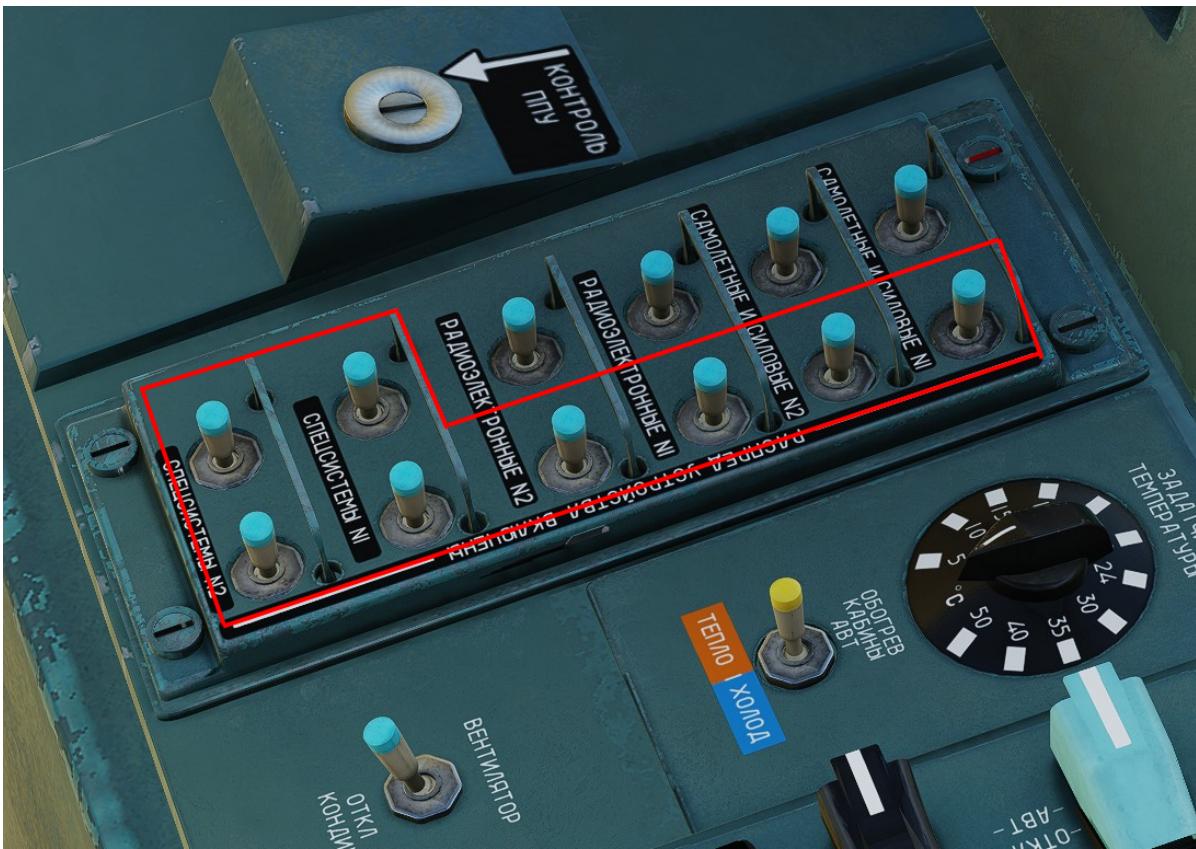
10. Следите за аналоговым индикатором оборотов и дождитесь, когда обе стрелки достигнут отметки 70%.



11. Включите Генераторы, Преобразователи и наземное питание:



12. Включите оставшиеся тумблеры на панели распред-устройств:



13. Включите оставшиеся тумблеры на данной панели:



14. Включите все 4 тумблера на следующей панели:



15. Закройте фонарь кабины. Либо воспользуйтесь данной ручкой, либо нажмите "LCtrl+C":



16. Выключите Наземное питание:



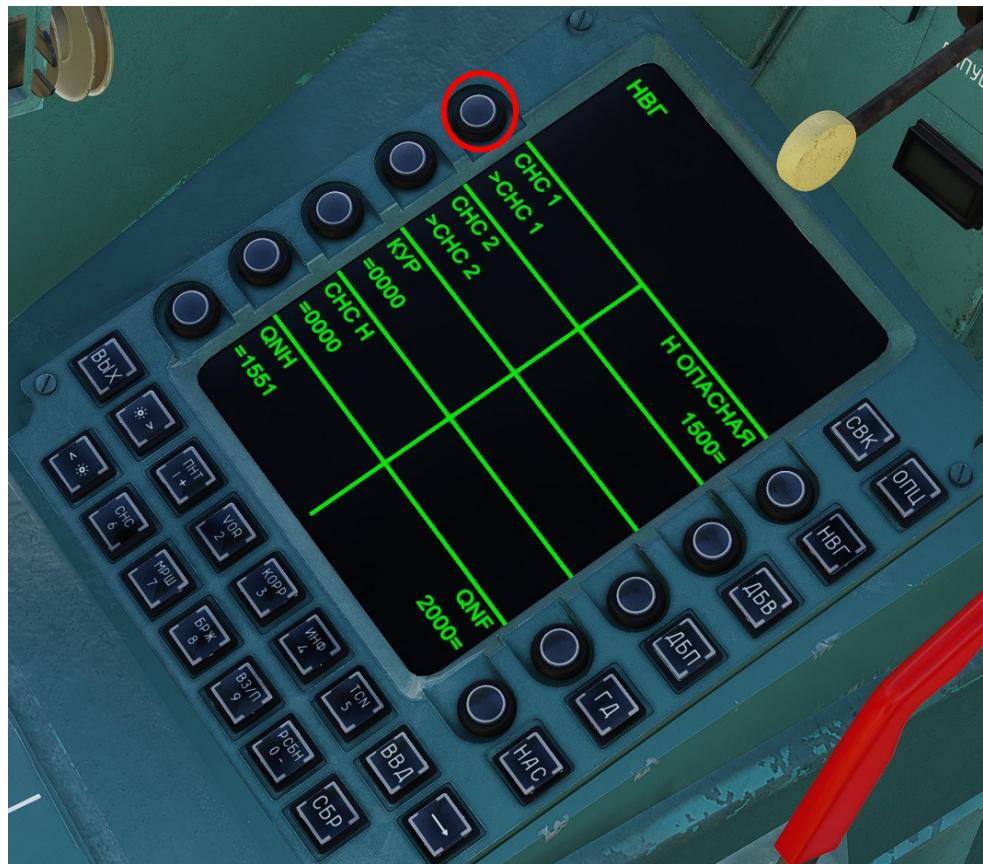
17. Обратите внимание на крайний левый МФД, на котором должна появиться страница СОГЛАСОВАНИЕ. Есть 2 варианта. Ускоренный и Нормальный . Ускоренный - быстрый, но менее точный. Нормальный - медленнее, но точнее. На данный момент ИНС не полностью реализована, поэтому выбор не имеет значения. Поэтому пока мы выберем более быстрый вариант:



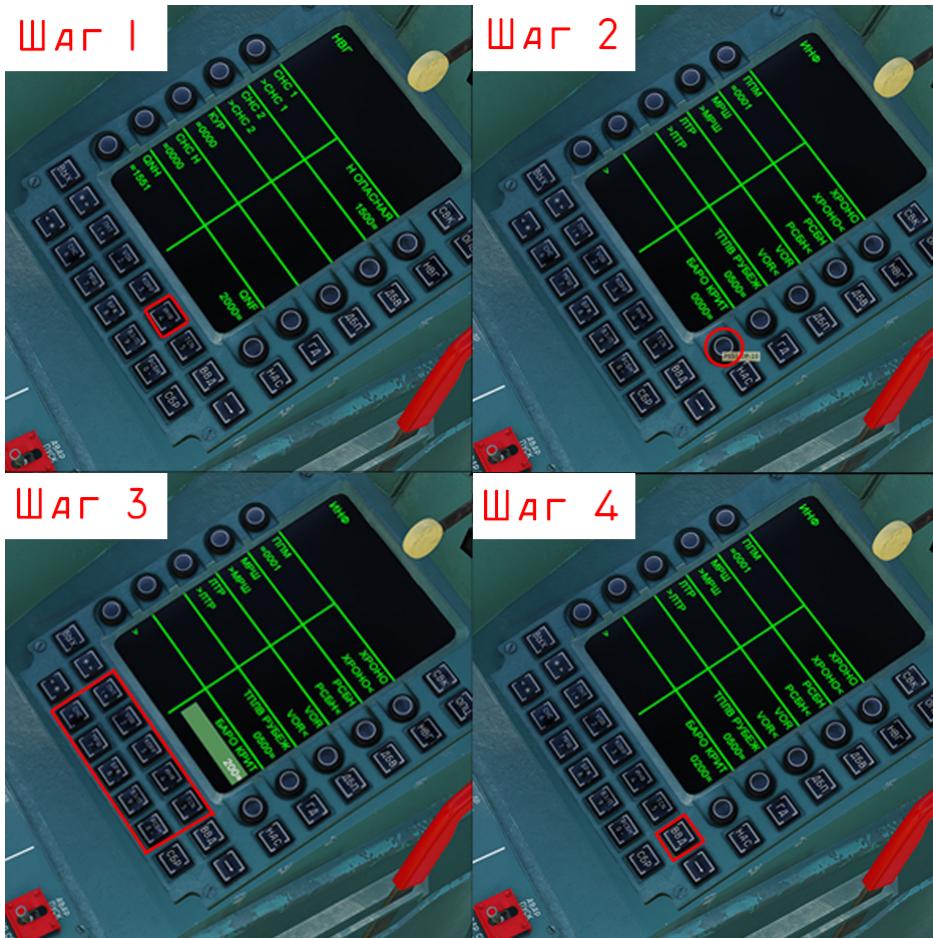
18. Пока идет согласование, вращайте эти два регулятора, чтобы включить ИЛС и экран ПВР. Вы также можете использовать их для регулировки яркости.



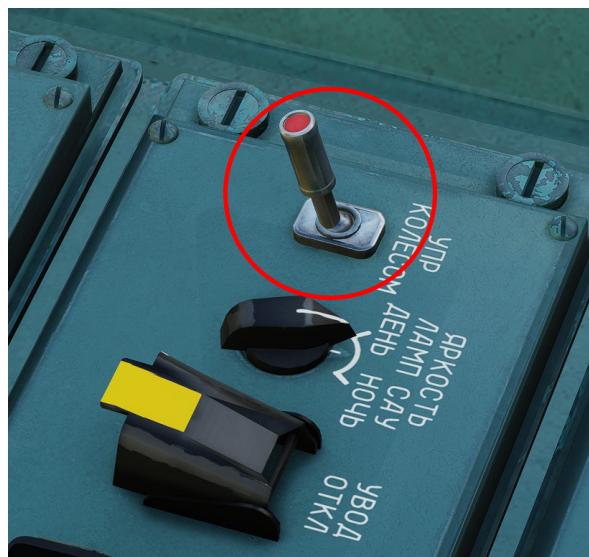
19. Теперь ждем окончание согласования ИНС. После его выполнения вы увидите надпись на МФД "СОГЛАСОВАНИЕ ГОТОВ". На ПС-5 нажмите данную кнопку дважды:



20. Если вы хотите, вы можете установить критическую барометрическую высоту для УВОД, выполнив следующие действия. Какое бы значение вы ни задали, УВОД будет срабатывать на этой высоте:



21. Включите управление носовой стойкой шасси:

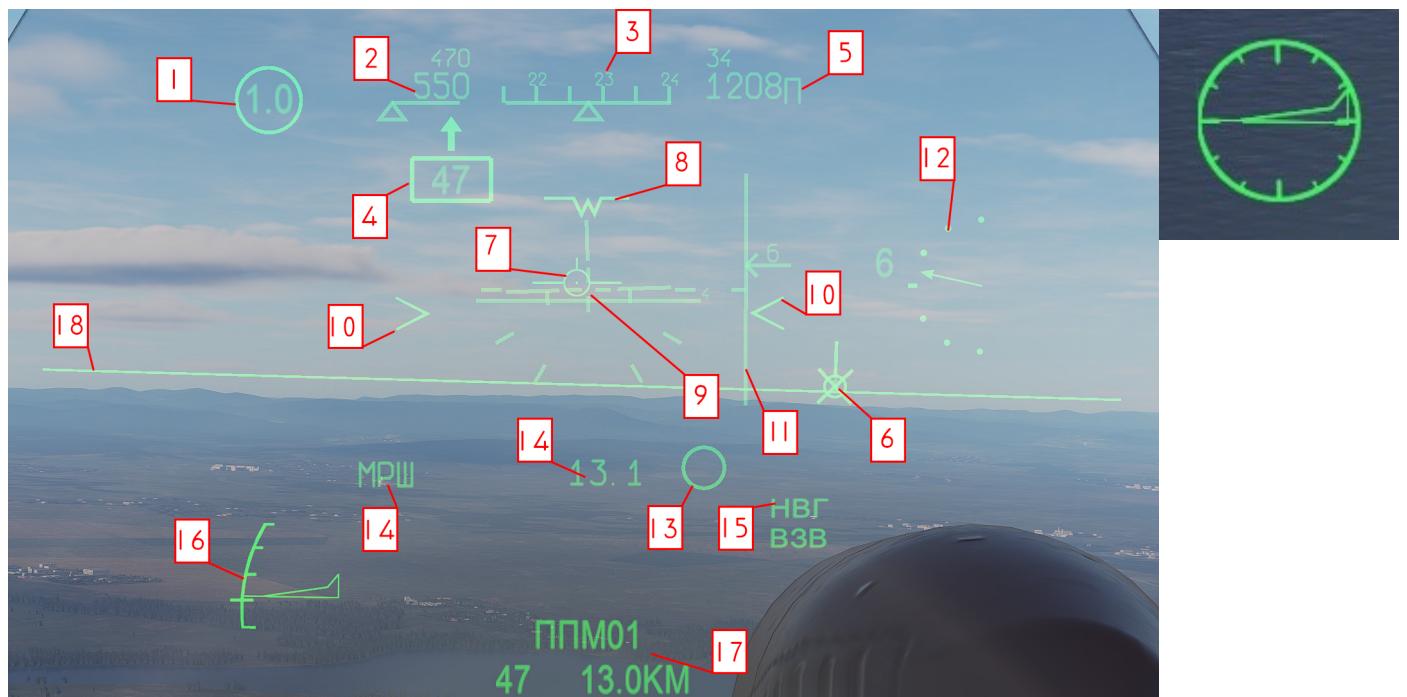


На этом холодный старт практически завершен. Теперь вы можете приступить к рулению и взлету.

Эта модель включает в себя частичную переработку ИЛС. Хотя мы все еще не можем сделать его полностью индивидуальным, нам удалось переработать символы и оптимизировать их расположение. Используя переключатель РСТ/СТК на ПВР, пользователь может переключаться между 3 режимами работы ИЛС:

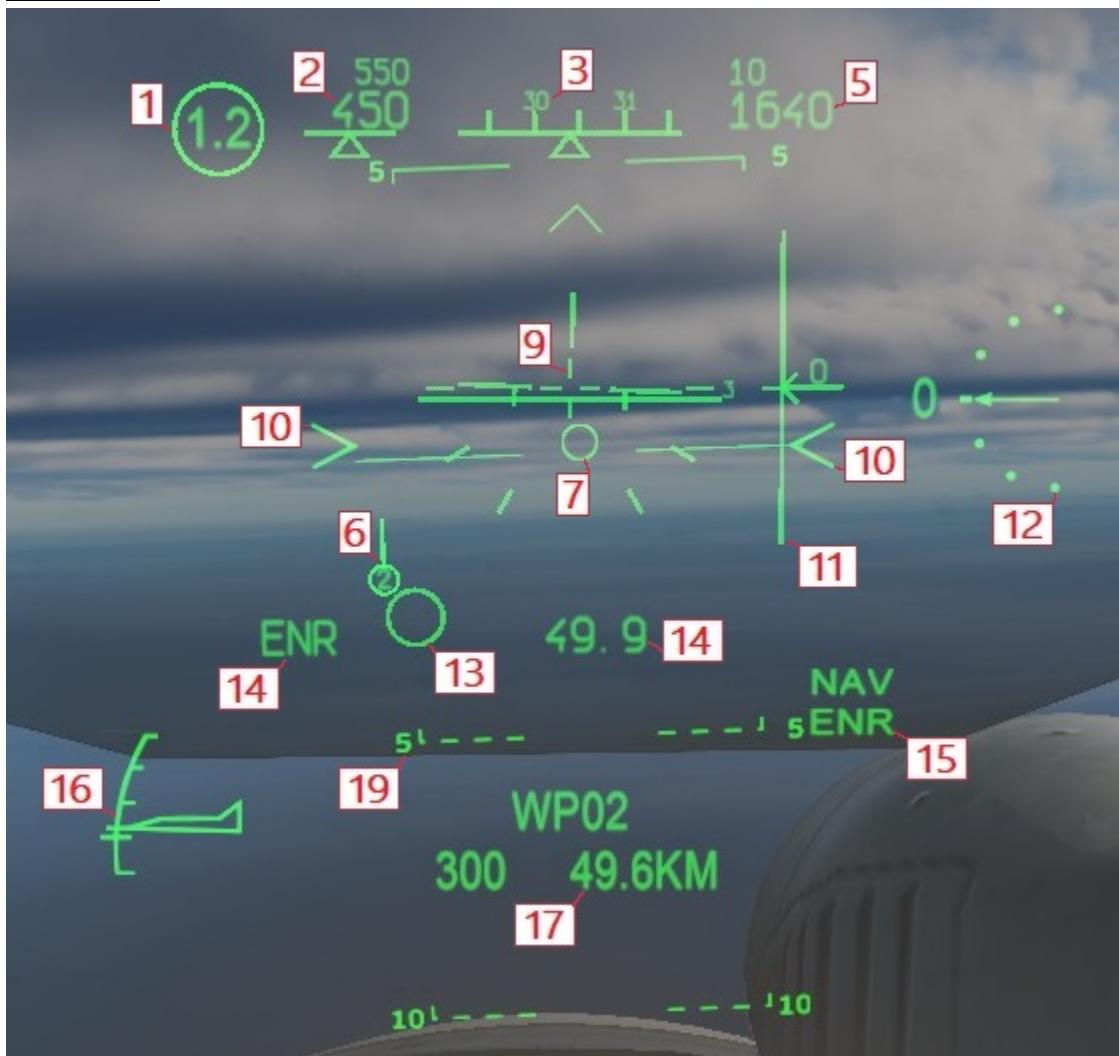
1. Гибридный ГСЗ + кастомные символы (стандартный и приоритетный режим)
2. ИЛС из ГСЗ от Су-33 (показывает простую информацию)
3. Кастомный ИЛС (Несмотря на то, что он выглядит лучше всех, он наименее полезен; кроме отображения основной информации, а также частично - навигации и отображения КГС, он не позволит вам ничего больше. Он не отображает ничего, связанного с захватом цели, дозаправкой в воздухе, радаром. Этот режим ИЛС, хотя в настоящее время не очень совершенен, является предпочтительным путем развития ИЛС, если проблемы, связанные с кастомной авионикой, будут решены в будущем.

## ИЛС СМ:



1. **Индикатор перегрузки** - показывает сколько G в настоящий момент .
2. **Индикатор скорости** - часть ИЛС ГС3
3. **Индикатор курса** - часть ИЛС ГС3
4. **Направление к выбранной путевой точке** - Виден только тогда, когда маркер путевой точки находится вне границ ИЛС
5. **Высотомер** - часть ИЛС ГС3
6. **Маркер путевой точки** ( На картинке вне границ ИЛС)
7. **Указатель траектории полета** - Покажет фактическое направление, в котором движется ваш самолет
8. Показывает положение носа вашего самолета. Расположите его на линию горизонта чтобы получить тангаж 0. **Уникально для вариантов МКМ/СМ.**
9. **Указатель крена** - часть ИЛС ГС3
10. **Плашки ускорения** - Значительно помогают пилоту контролировать скорость. Для вариантов СМ, МКМ - шевроны привязаны к индикатору крена. Чтобы удержать истинную скорость, необходимо совместить их с "крыльями" индикатора крена.
11. **Вариометр (индикатор вертикальной скорости)**- ненужный индикатор из ГС3; у нас не было возможности удалить его.
12. **Вариометр (индикатор вертикальной скорости)** - Указатель вертикальной скорости Су-30.
13. **Навигационный указатель** - часть ИЛС ГС3
14. **Режимы КБО** - часть ИЛС ГС3
15. **Режимы КБО/Тип вооружения** - В боевых режимах также будет отображаться название выбранного оружия.
16. **Индикатор УА**- Диапазон отображения от -10 до +30 градусов. При использовании режима УВТ МАНЕВР он будет заменен круговым символом, позволяющим отслеживать УА на все 360 градусов (показано на 2-ом изображении выше).
17. **Номер ППМ; Направление на ППМ; Дистанция до ППМ**
18. **Линия горизонта**  
Поместите указатель траектории полета на линию горизонта для поддержания высоты (вертикальная скорость 0) Поместите водяной знак на линию горизонта для угла тангажа 0. Вертикальное расстояние между указателем траектории полета и водяным знаком пропорционально углу атаки; горизонтальное расстояние - углу скольжения.  
**Имейте в виду:** пока мы не смогли устраниТЬ следующие ошибки: цвет ИЛС ("зеленый Шрек" вместо мяты-зеленого) и ИЛС от ГС3, который всегда виден ночью (чтобы переключиться на пользовательский ИЛС, мы снизили яркость у ИЛС из ГС3 максимально возможно, так как мы не знаем способа включить/выключить его полностью, как требуется во время полета).

## ИЛС МК:



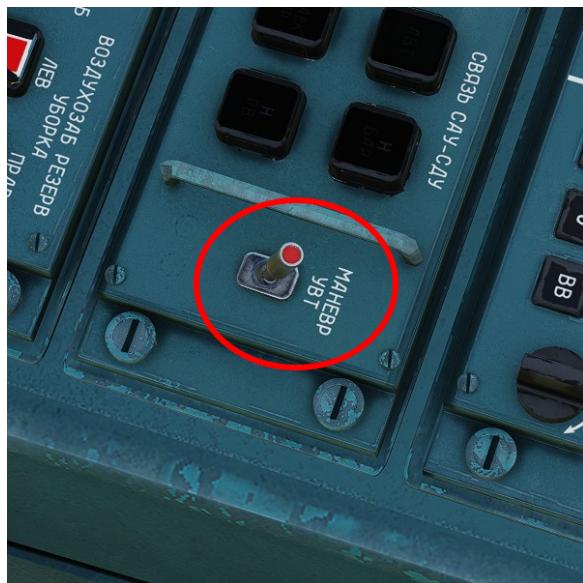
Также как у СМ, с некоторыми отличиями:

### 7. Указатель траектории полета

10. **Шевроны ускорения** - значительно помогают пилоту контролировать скорость. Для вариантов МКИ, МКА они привязаны к указателю траектории полета. Это означает, что когда шевроны находятся выше указателя траектории полета - самолет ускоряется по траектории полета; когда они ниже - самолет замедляется. Выравнивайте их, чтобы удерживать истинную скорость полета.

19. **Указатель тангажа** - имеет интервал в 5 градусов

Чтобы активировать режим ОВТ, переключите тумблер МАНЕВР УВТ. При желании вы можете оставить его включенным на все время полета.



Также вы можете использовать следующую комбинацию клавиш:

Toggle Thrust Vectoring On/Off	Flight Control	S
TVC Control On/Off	Flight Control	LAlt + S

Далее вы должны нажать данный переключатель на ручке для активации режима ОВТ:



Также вы можете использовать следующую комбинацию клавиш:

Toggle Thrust Vectoring On/Off	Flight Control	S
TVC Control On/Off	Flight Control	LAlt + S

Вы можете убедиться, что режим ОВТ активен, по загоревшейся лампе на сигнальном табло:



Также добавляется расширенный индикатор угла атаки (до 360 градусов) и УВОД ОТКЛ



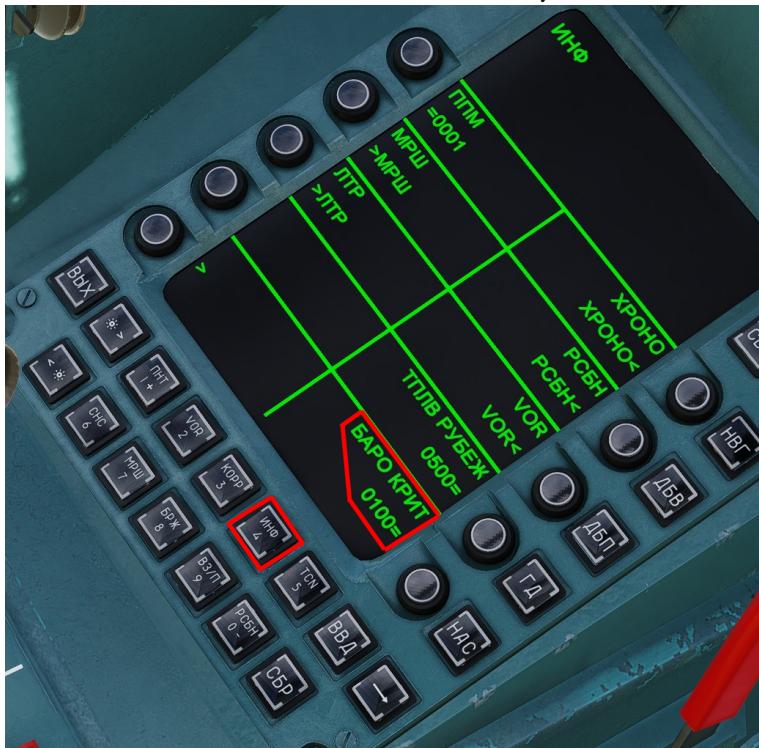
Вы можете проверить отклонение сопел на экране МФД->КИСС->ДВИГ:



Включение режима ОВТ приведет к отключению УВОД. Это также предотвратит воспроизведение некоторых звуковых предупреждений. СДУ будет обеспечивать максимальное отклонение сопел для режима ОВТ только в определенных ситуациях, в зависимости от ограничения по перегрузке.

В случае возможной опасной ситуации УВОД заберет управление и попытается восстановить самолет в пространстве. По окончании работы, управление снова возвращается летчику. Система работает как на ровной местности, так и в горах. Система полностью автоматическая и единственное что требуется от летчика - это ввести значение опасной высоты, по радио и барометрическим высотомерам. В текущей версии вручную можно настроить только барометрическую. Вы можете проверить текущую БАРО КРИТ на странице ИНФ в ПС-5. Если вы хотите узнать, как настроить это значение, то обратитесь к разделу

"Холодный запуск" (Раздел 3.0) Шаг 20. Это значение можно менять в любой момент, не зависимо от того на земле вы или в воздухе.



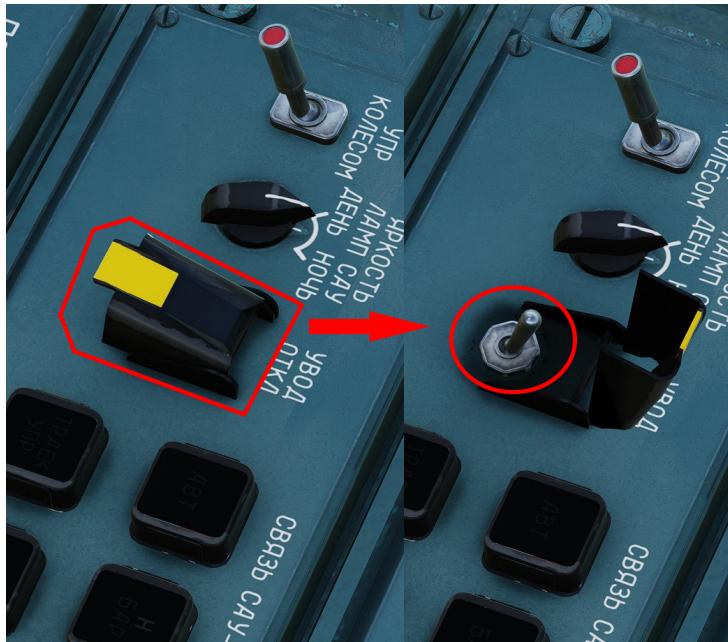
Работу УВОД можно приостановить аналогично режимам автопилота, удерживая комбинацию клавиш 'Pause Autopilot' .

Pause Autopilot

Flight Control

Alt + U

Если вы хотите отключить УВОД, поднимите крышку и переключите тумблер:



При выключении вы увидите предупреждение на сигнальном табло, а также надпись "УВОД ОТКЛ" на ИЛС:



УВОД также отключается автоматически при активации режима ОВТ. Также он не будет работать при отказе или отключении электросистемы ЛА.

Самая важная часть САУ в Су-30 - это автопилот. В сумме есть 5 режимов автопилота, 4 из них могут быть активированы с левой панели и 1 с ручки управления самолетом. Одновременно вы можете активировать только один режим. Активация одного сбросит другой.



### 1) Удержание траектории полета:

Оно позволяет сохранять текущий гамма-угол и текущее состояние крена.

### 2) Удержание барометрической высоты:

Этот режим позволяет поддерживать текущую барометрическую высоту. Если угол крена меньше 10 градусов, он переориентирует самолет на крен 0 градусов. В противном случае угол крена останется прежним.

### 3) Удержание высоты по радиовысотомеру:

Этот режим позволяет поддерживать текущую высоту по радиовысотомеру. Если угол крена меньше 10 градусов, он переориентирует самолет на крен 0 градусов. В противном случае угол крена останется прежним. **Этот режим автопилота не реализован в текущей версии флайт-модели.**

### 4) Режим маршрута:

Это довольно продвинутая форма автопилота, при которой самолет следует по заранее заданному маршруту, который может быть задан летчиком с помощью путевых точек.

**Этот режим автопилота не реализован в текущей версии флайт-модели.**

Далее следует режим, который находится на РУС:



## 5) Режим Приведения к горизонту:

Этот режим автоматически возвращает самолет в горизонтальный полет. Вы можете активировать его, нажав кнопку на ручке, как показано выше. Или вы можете использовать эту комбинацию клавиш:

Auto Level	Flight Control	LCtrl + U
------------	----------------	-----------

Все режимы автопилота могут быть приостановлены ("пауза") нажатием следующей комбинации клавиш:

Pause Autopilot	Flight Control	LAlt + U
-----------------	----------------	----------

Расположение гашетки САУ на ручке:



Все режимы автопилота могут быть сброшены нажатием следующей клавиши на клавиатуре:



Или нажатием кнопки на ручке (ОТКЛ САУ):



Помимо ручного паузы/сброса автопилота, существует несколько условий, при которых автоматически активируется пауза/брос активного в данный момент режима автопилота:

1. Угол атаки > 15
2. Приложено большое усилие на ручку
3. Если выпущено шасси
4. Если режим ОВТ активирован
5. Во время работы УВОД
6. Если электросистема отказала/отключена

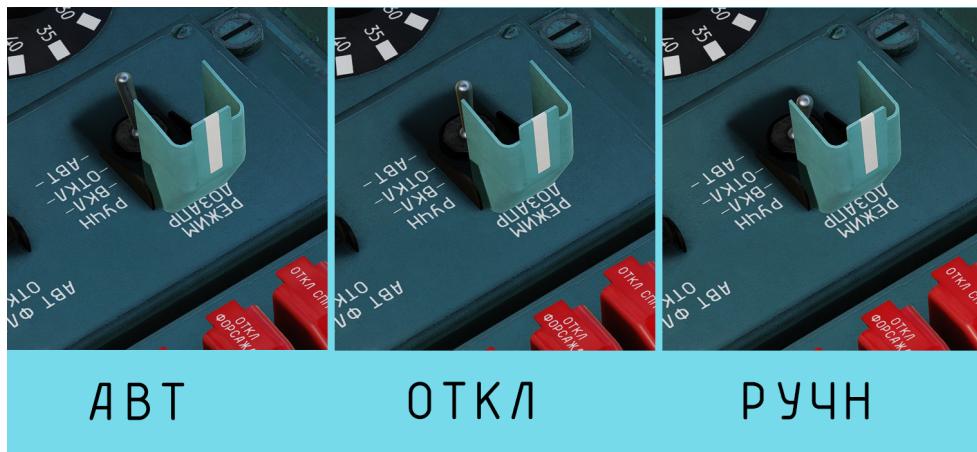
Пока активен любой режим автопилота, летчик может вносить небольшие корректировки, добавляя небольшие движения ручкой управления самолетом.

Это часть САУ. Облегчает управление самолетом в процессе дозаправки в воздухе за счет увеличения чувствительности ручки управления. По умолчанию установлен в положение АВТ.

Если вы хотите настроить этот режим, поднимите крышку переключателя:



Внутри вы найдете трех-позиционный тумблер:



**1) АВТ:** Включает режим дозаправки при выпуске дозаправочной штанги и выключает его при уборке.

**2) ОТКЛ:** Режим дозаправки будет оставаться выключенным, если его не включить снова или не установить в положение АВТ.

**3) РУЧН:** Режим дозаправки будет оставаться включенным, если он не выключен или не установлен в положение АВТ.

Во время дозаправки на странице МФД->КИСС->ДЗП будет показано, сколько топлива принято (ПРИН), а также общее количество топлива (ВСЕГО):



Также следует помнить, что когда вы выпускаете дозаправочную штангу и включаете режим дозаправки (или он включается автоматически), штанга заливается топливом, чтобы убедиться, что при перекачке топлива с танкера не образуется воздушная пробка/пузырь. В реальной жизни этот процесс занимает 2 минуты. Для игровых целей мы решили пока использовать 20 секунд. Когда процесс будет завершен, бортовой компьютер сообщит вам об этом голосовым уведомлением. На данный момент нет ограничений за забор топлива во время этого процесса. Но это может измениться в будущем.

Это еще одна часть САУ. Она принимает информацию от летчика о тангаже и адаптирует движение управляющих поверхностей для безопасного пилотирования. Как уже говорилось, главная цель СДУ - сохранение целостности планера, и Ограничитель по перегрузке - один из ключевых компонентов этой системы. Система очень динамична и может отслеживать, какую полезную нагрузку вы несете. Затем она корректирует предельное значение в зависимости от типа и количества полезной нагрузки. Она также способна различать различные типы полезной нагрузки в рамках одной категории. Значение ограничителя регулируется автоматически в режиме реального времени по мере запуска/броска полезной нагрузки или перевооружения. Он также определяет максимально допустимое отклонение сопел во время активного режима ОВТ; т.е. чем меньше значение ограничителя, тем ниже должна быть скорость, чтобы получить большее отклонение сопел.

Основной набор правил в текущей реализации выглядит следующим образом:

**Правило 1.** Если у вас есть BrahMos, то ограничение будет 6.0G.

**Правило 2.** Если у вас есть хотя бы один КАБ-1500 (любой вариант), то ограничение будет 6.5G.

**Правило 3.** Если у вас есть любое другое вооружение класса воздух-земля , то лимит будет от 7.5G до 6.5G в зависимости от того, сколько пилонон оснащено снарядами класса воздух-земля .

**Правило 4.** В чистой конфигурации или при наличии любого количества или типа боеприпасов воздух-воздух предел устанавливается на максимально допустимое значение 9.0G.

**Правила, расположенные выше в списке, превосходят правила, расположенные ниже в списке.**

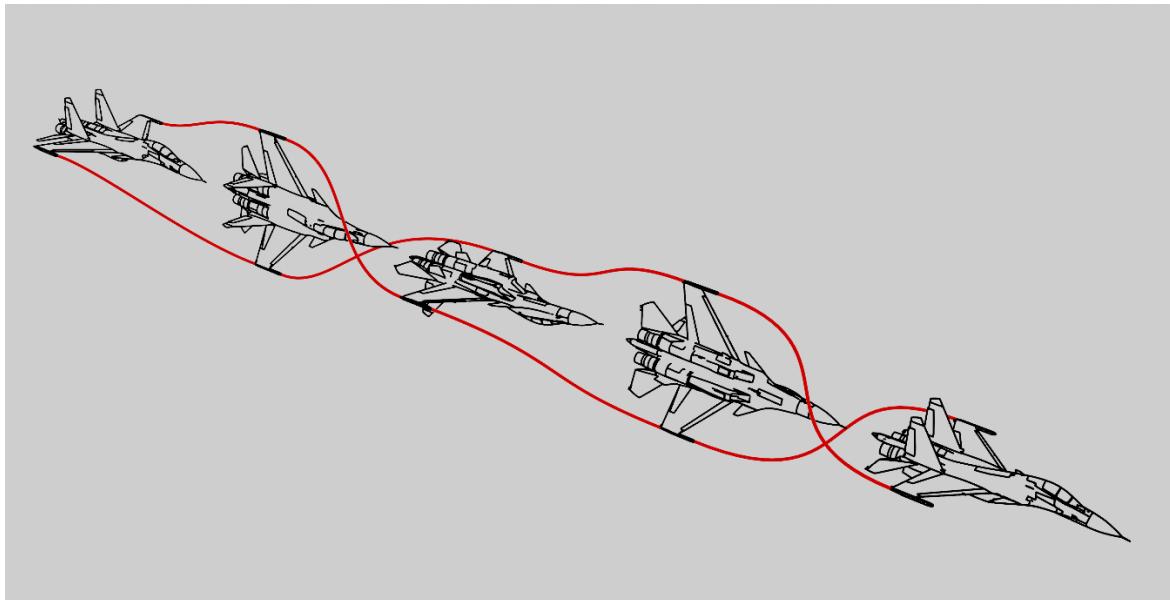
Важно помнить, что эта система не предназначена для того, чтобы быть абсолютно совершенной. Она будет делать все возможное, чтобы не допустить превышения предельного значения, но зачастую вы можете незначительно превысить текущее значение ограничителя.

Это одна из основных форм "микрорегулировок". Хотя она и называется авто-триммирование, она не связана с фактическим "триммом", т. е. не перемещает ручку и не влияет/вмешивается в ручное триммирование летчиком. Вместо этого она контролирует тангаж и использует рули высоты для предотвращения нежелательного движения по тангажу. Система работает только тогда, когда ручное триммирование установлено на 0 или после применения сброса триммера. Задержка реакции составляет от 1 до 1,5 с, так что это далеко не идеальная система. Мы надеемся сделать ее лучше в будущем.

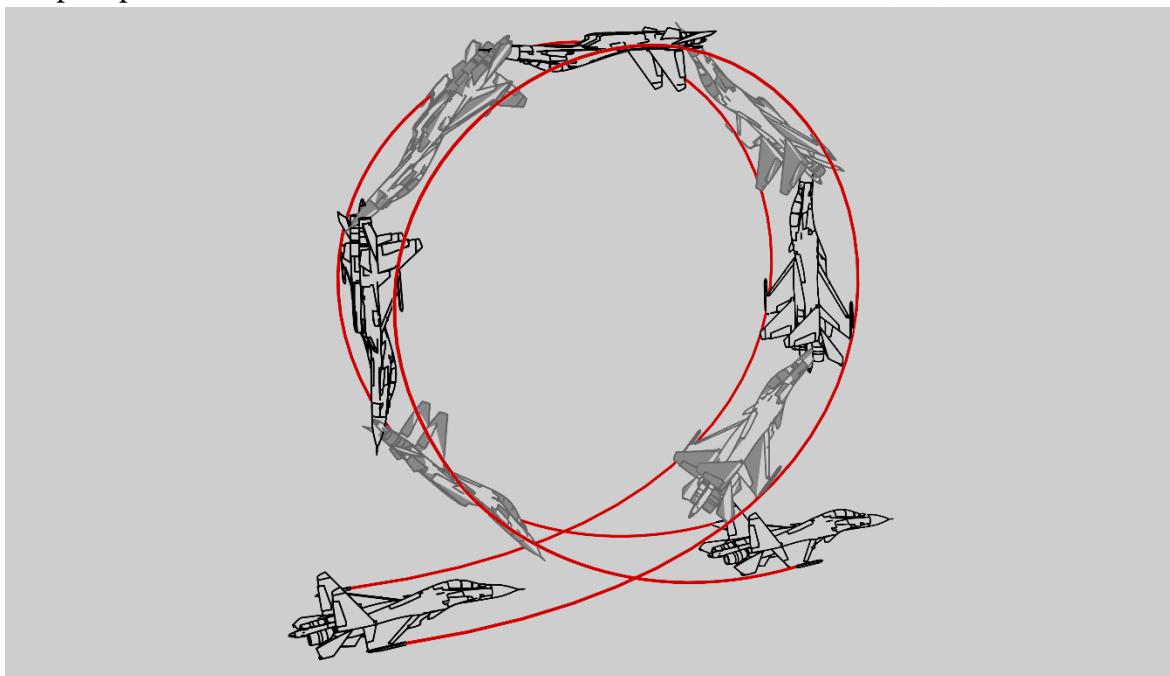
Ниже приведен список схем для 14 маневров. Они разделены на 3 различные категории в зависимости от того, может ли Су-30 выполнить их или нет, а также от того, требуется ли для этого ОВТ или нет:

### 1) Маневры которые могут быть выполнены с или без режима ОВТ:

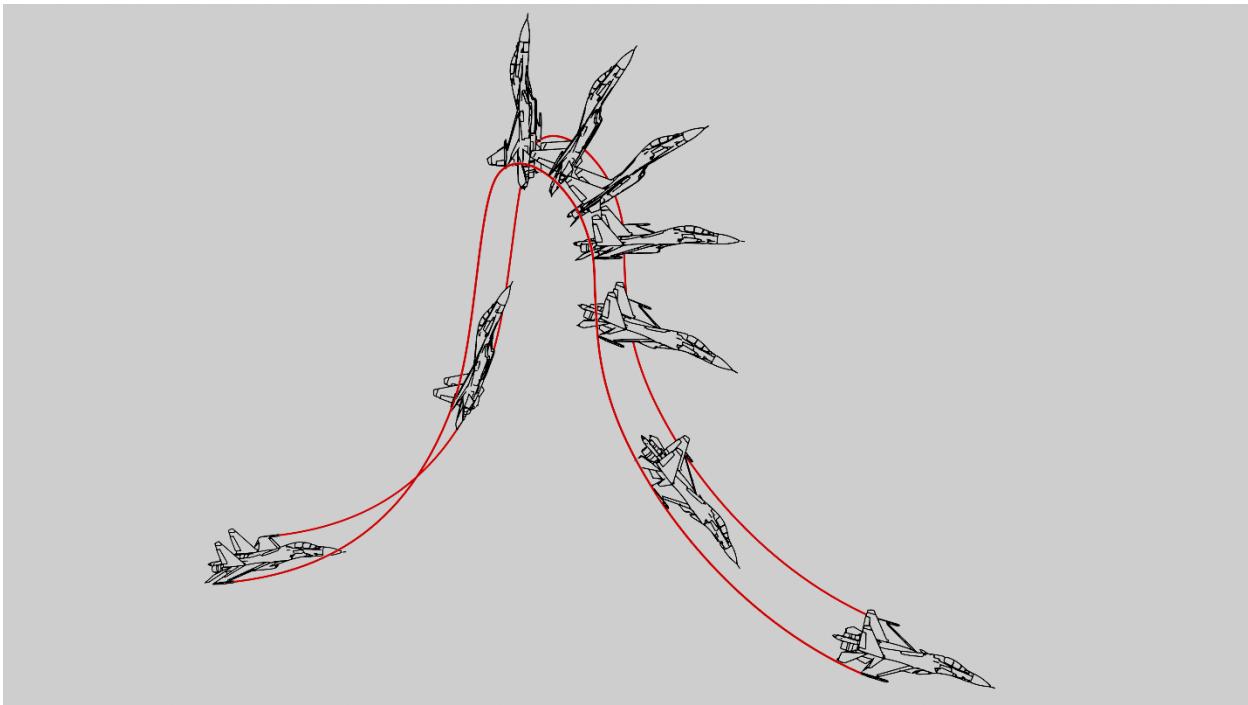
Бочка:



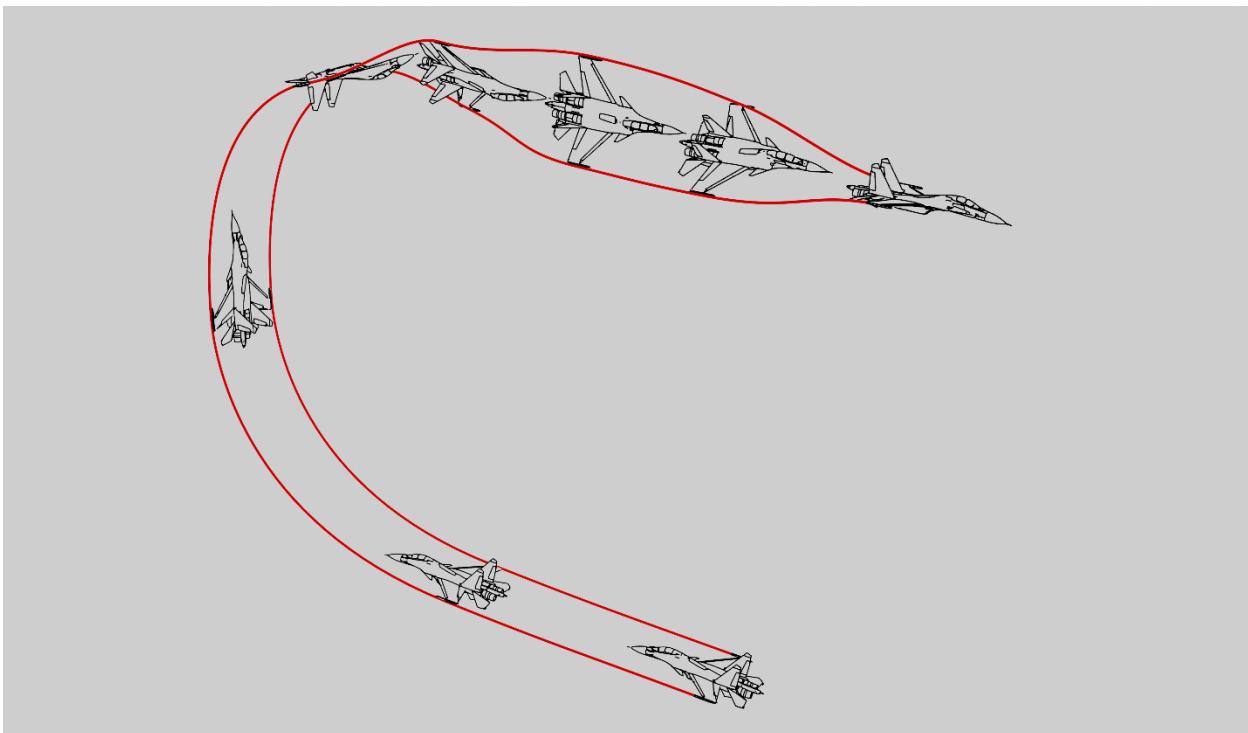
Чакра Фролова:



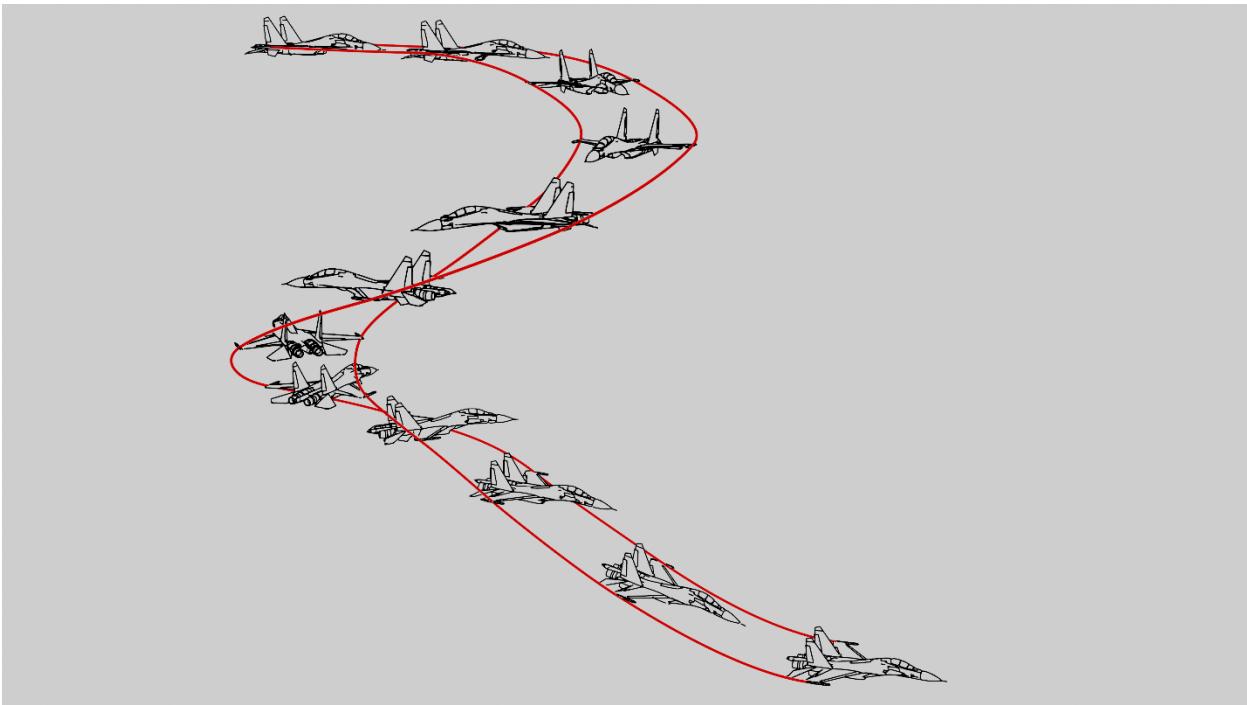
Колокол:



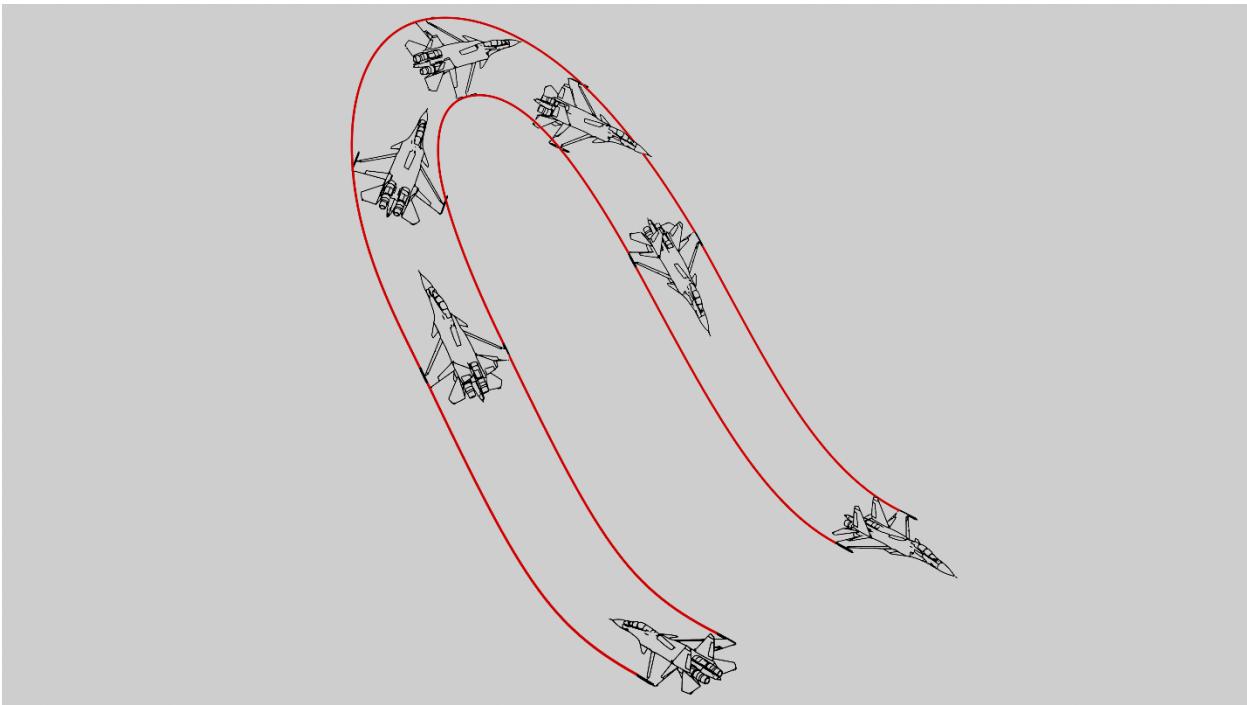
Иммельман:



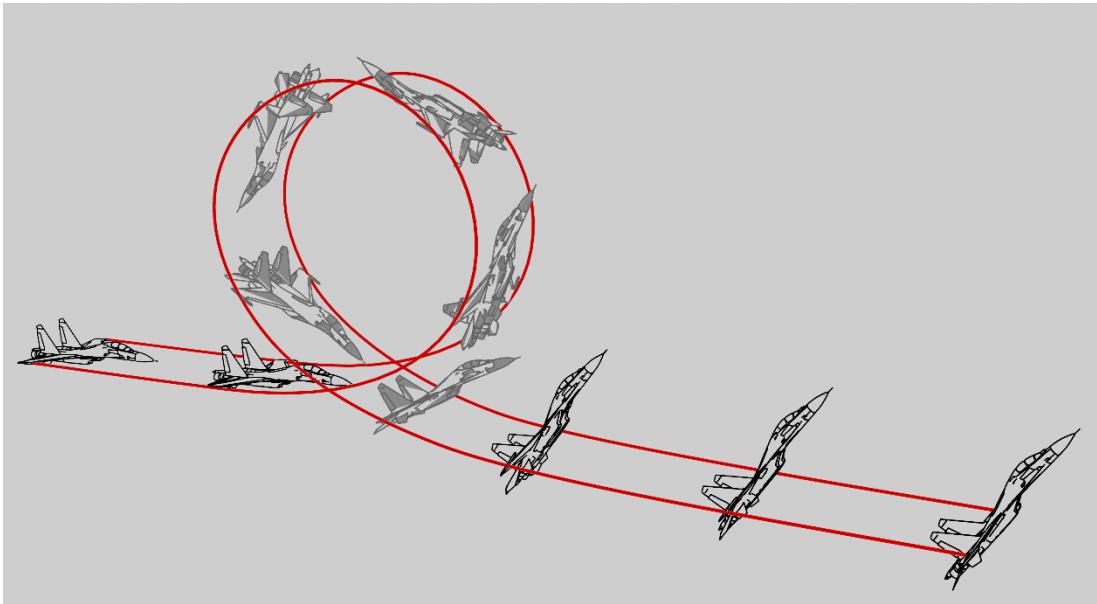
Плоский штопор:



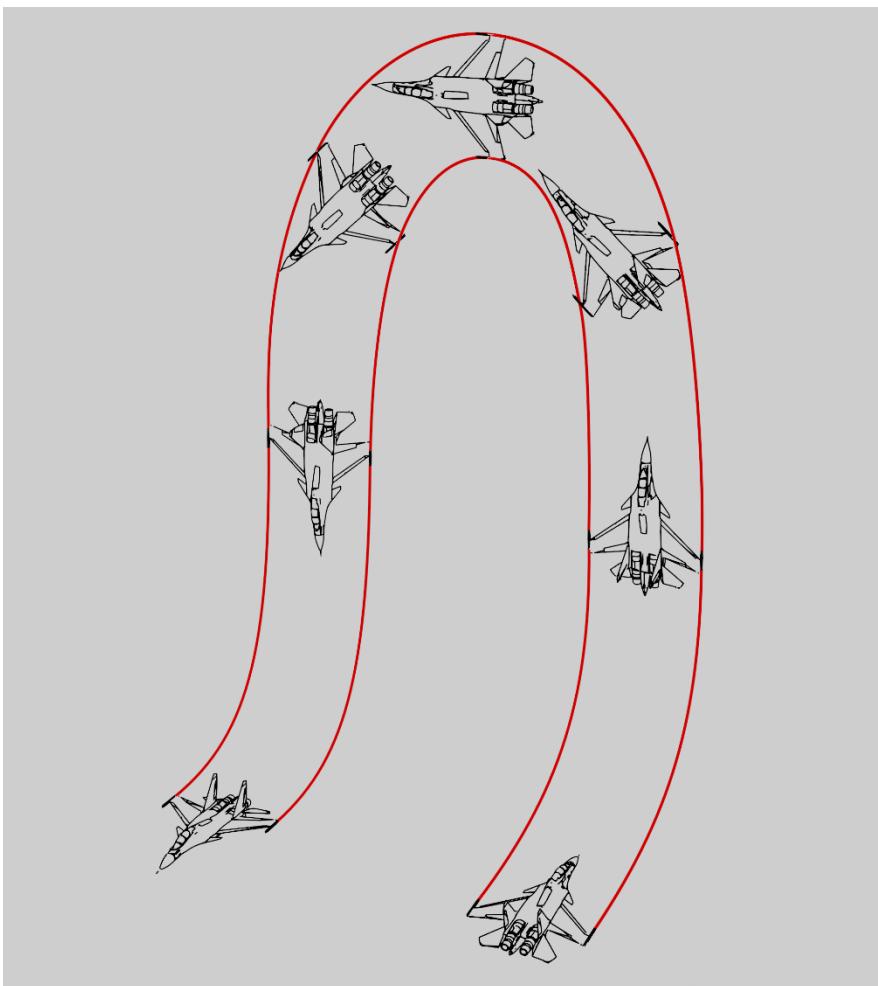
Ранверсман:



Петля с выходом на крит. УА:

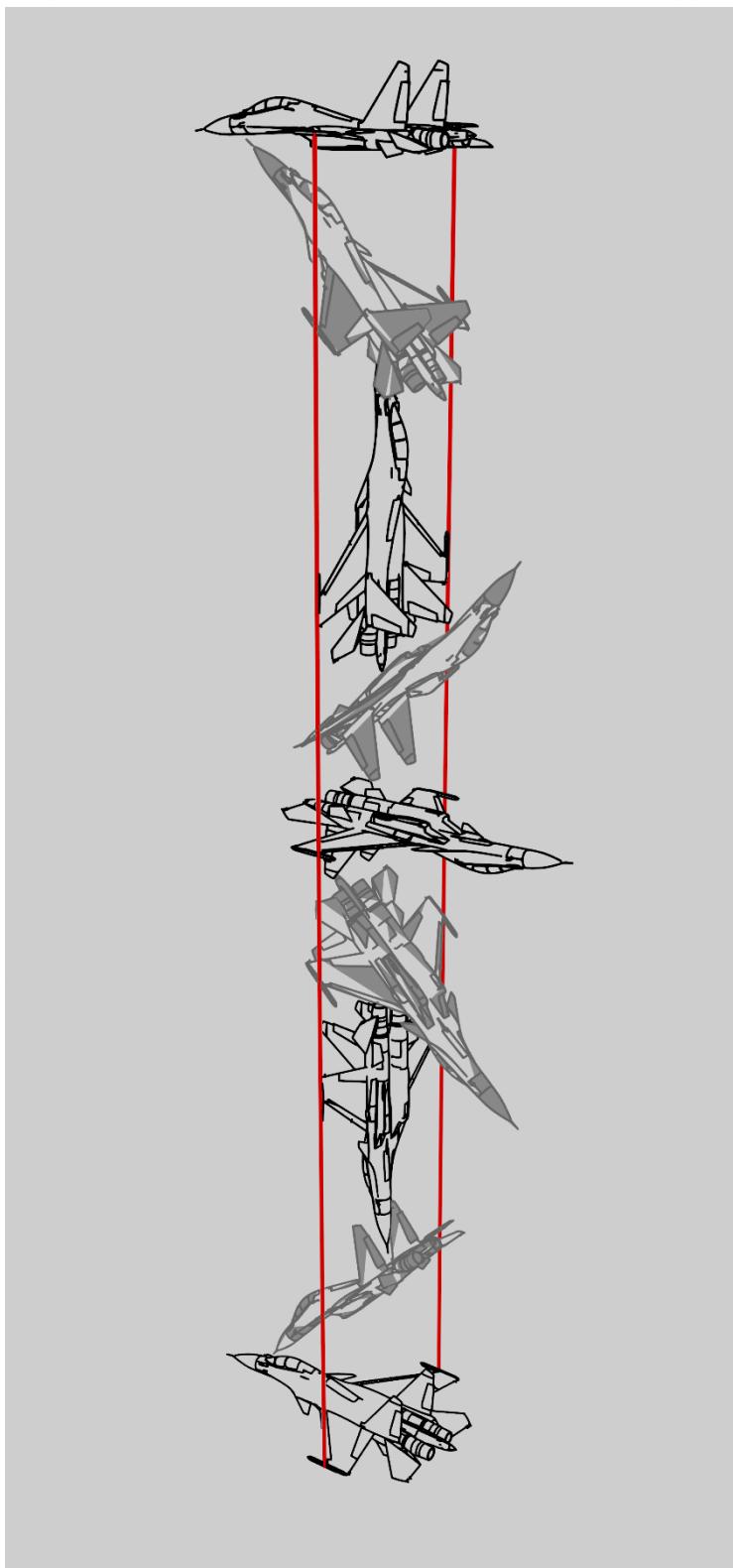


Хаммерхед:

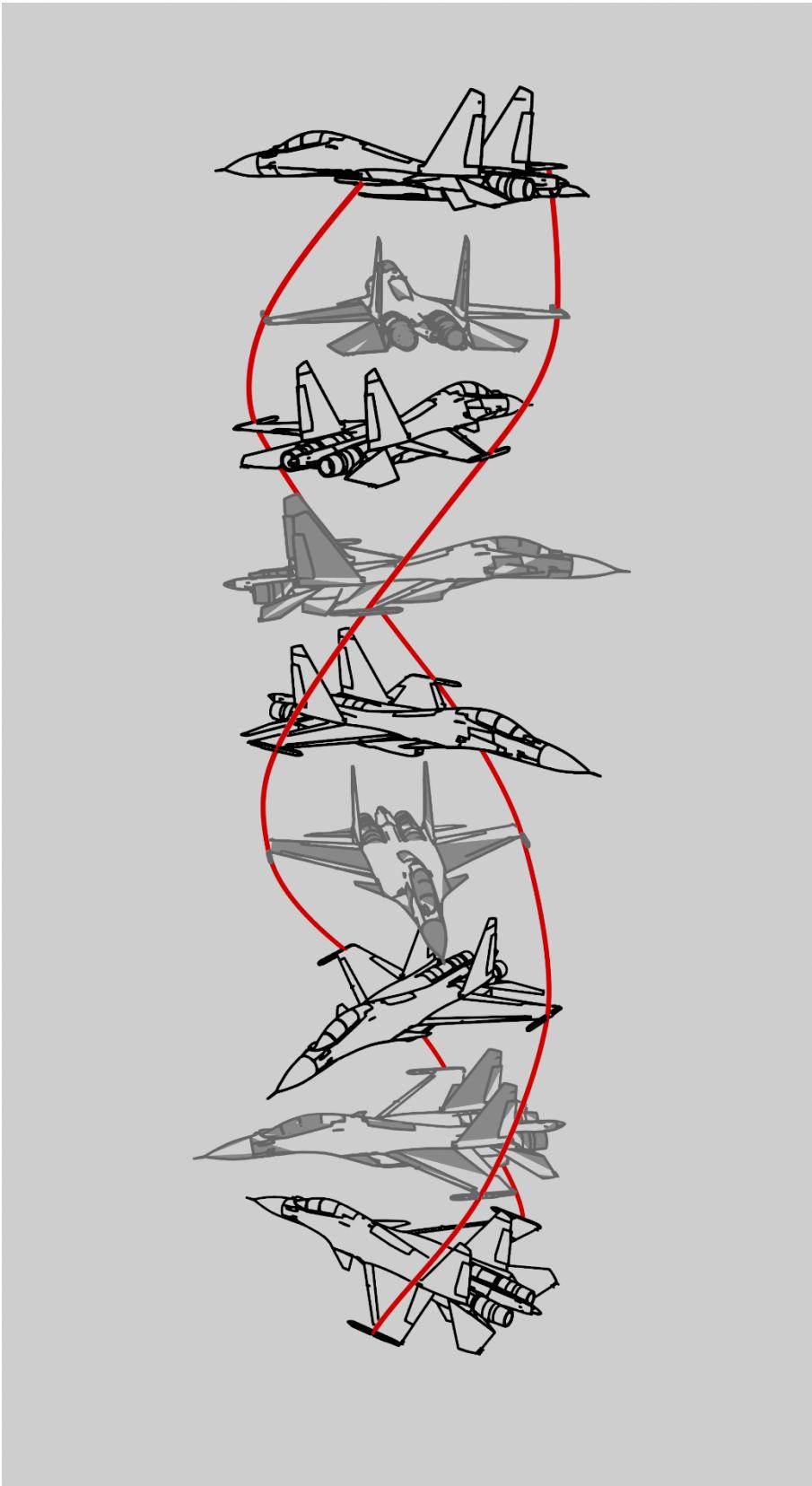


2) Маневры где необходим режим ОВТ:

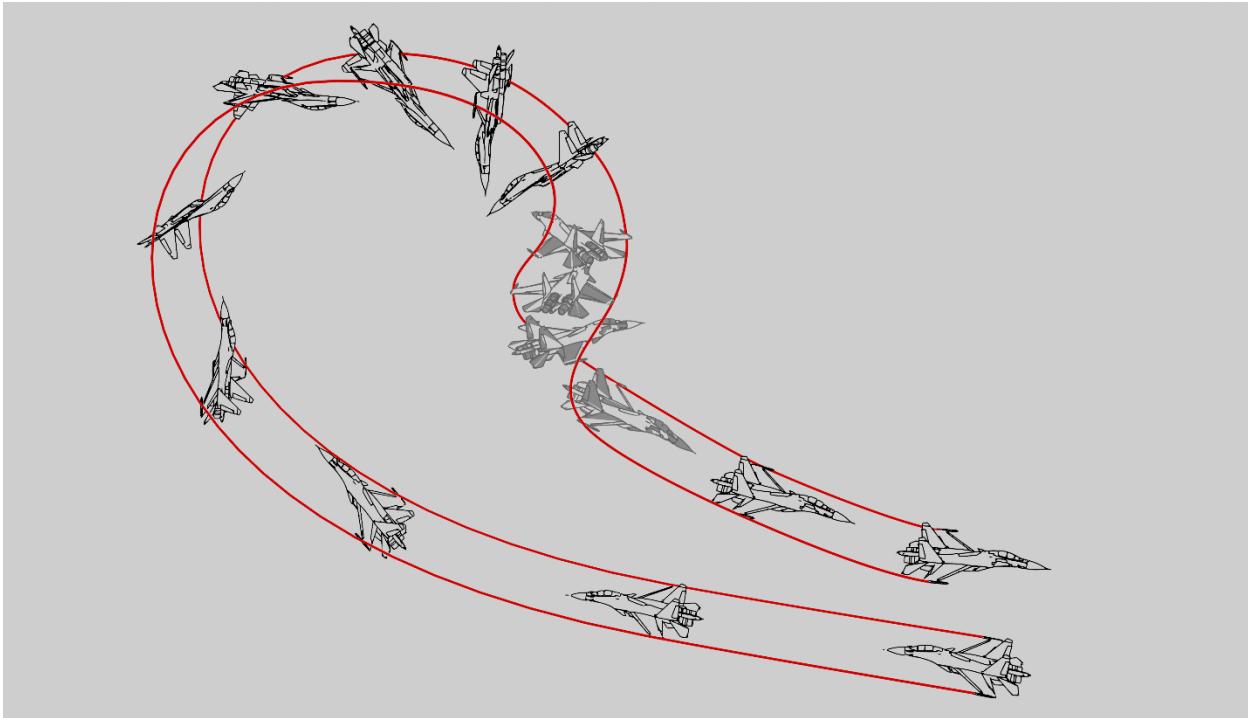
Сальто:



Плоский штопор:

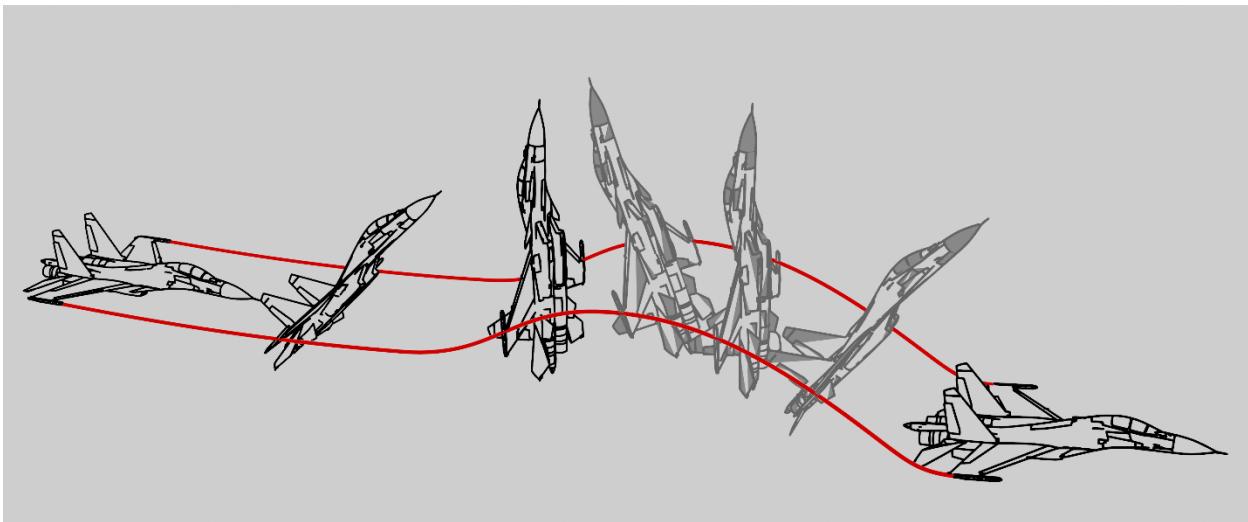


Петля с кувырком:

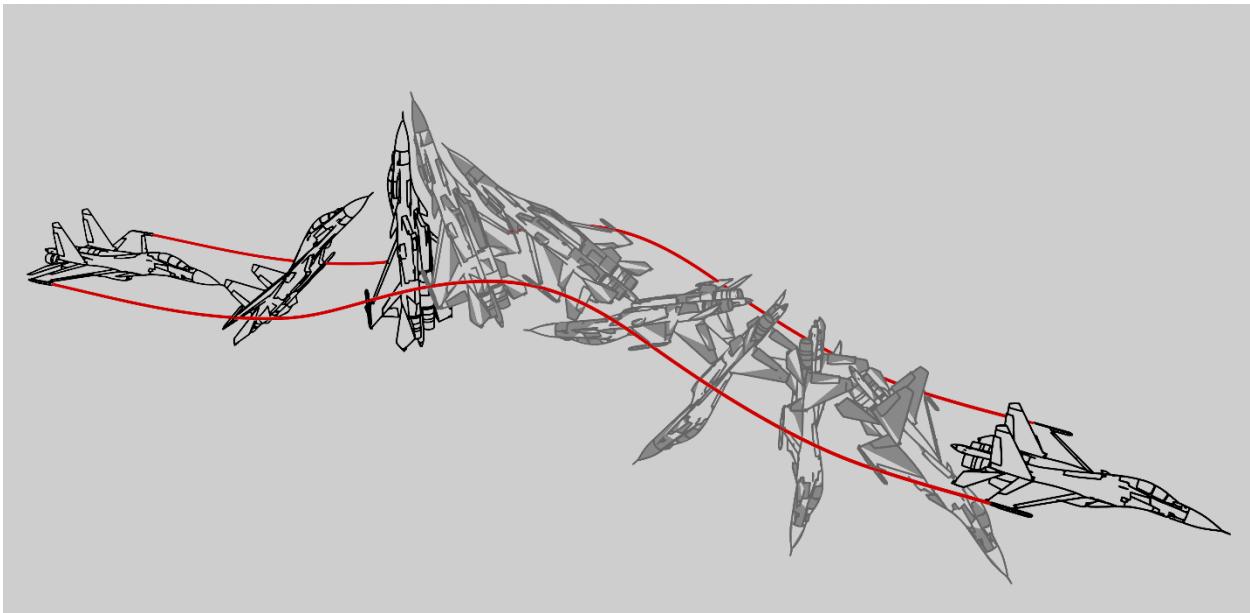


**3) Маневры, которые Су-30 не может выполнить или выполняет в медленном темпе:**

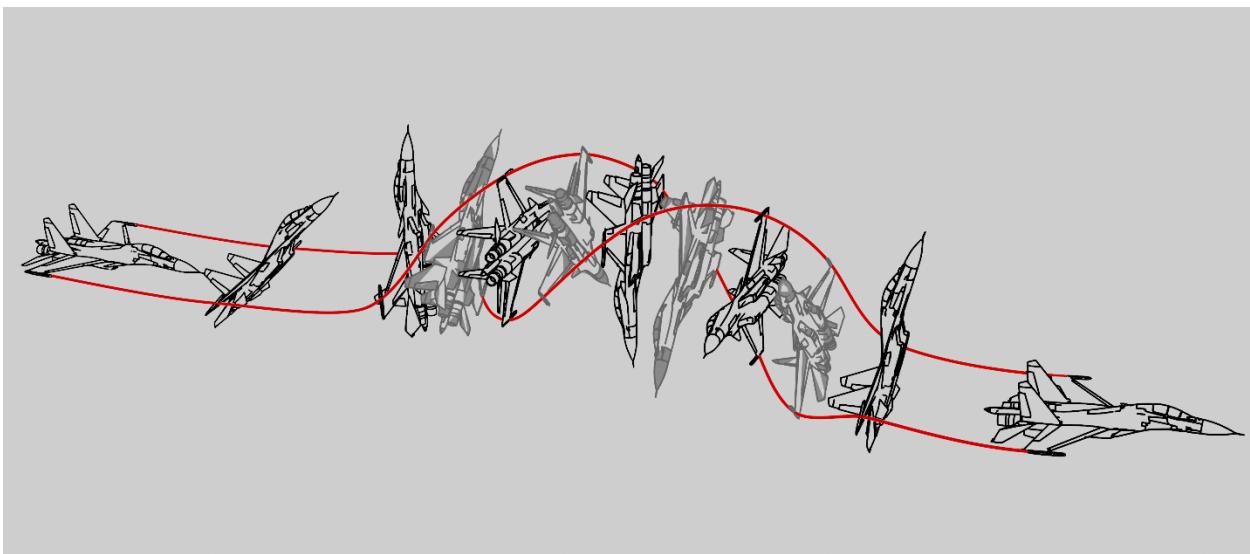
Кобра Пугачева:



Кульбит:



Блинчик:



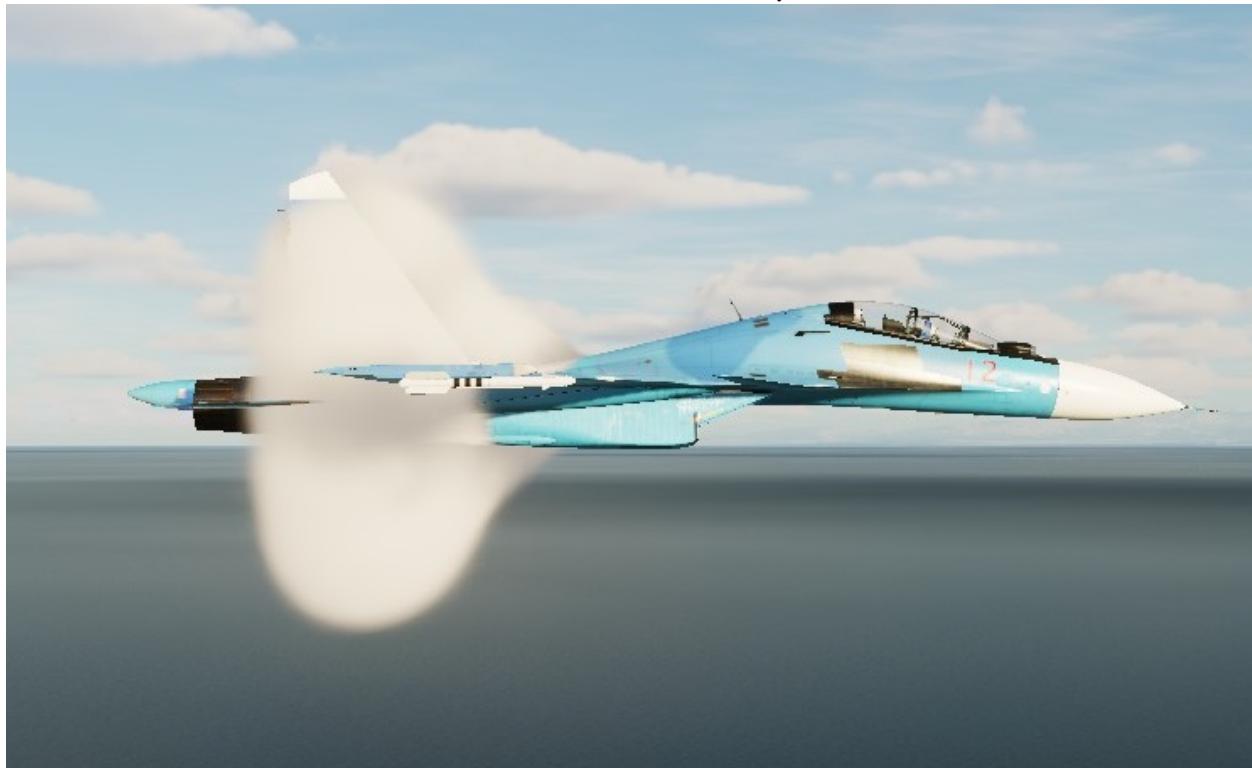
Было добавлено несколько новых анимаций, напрямую связанных с моделью полета. К сожалению, большинство из этих анимаций в текущей реализации работают только у пользователя из-за отсутствия SDK. Ниже приведено краткое описание некоторых из них:

**1) LERX Vortex и срыв потока** : В зависимости от скорости полета, температуры, давления, угла атаки и угла скольжения модель полета будет пытаться имитировать образование вихря и срыва потока над крылом:

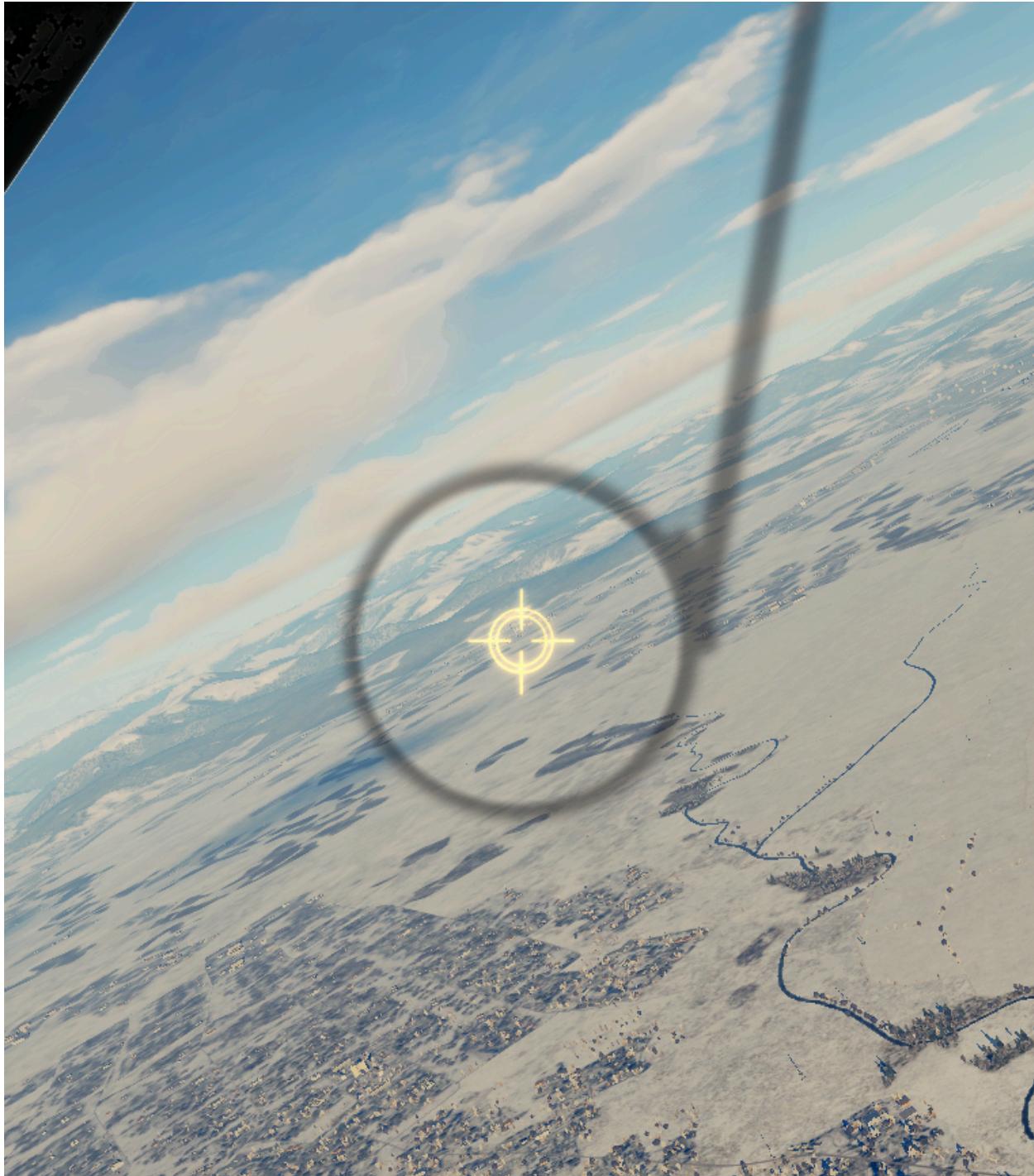


**2) Облако конденсата :** Образуется, когда самолет летит на трансзвуковой скорости в воздухе, содержащем очень большое количество воды. Поскольку у нас нет доступа к SDK, текущая реализация является относительно базовой, а форма конуса не идеальна. Мы постараемся улучшить ее в будущем, если это будет возможно.

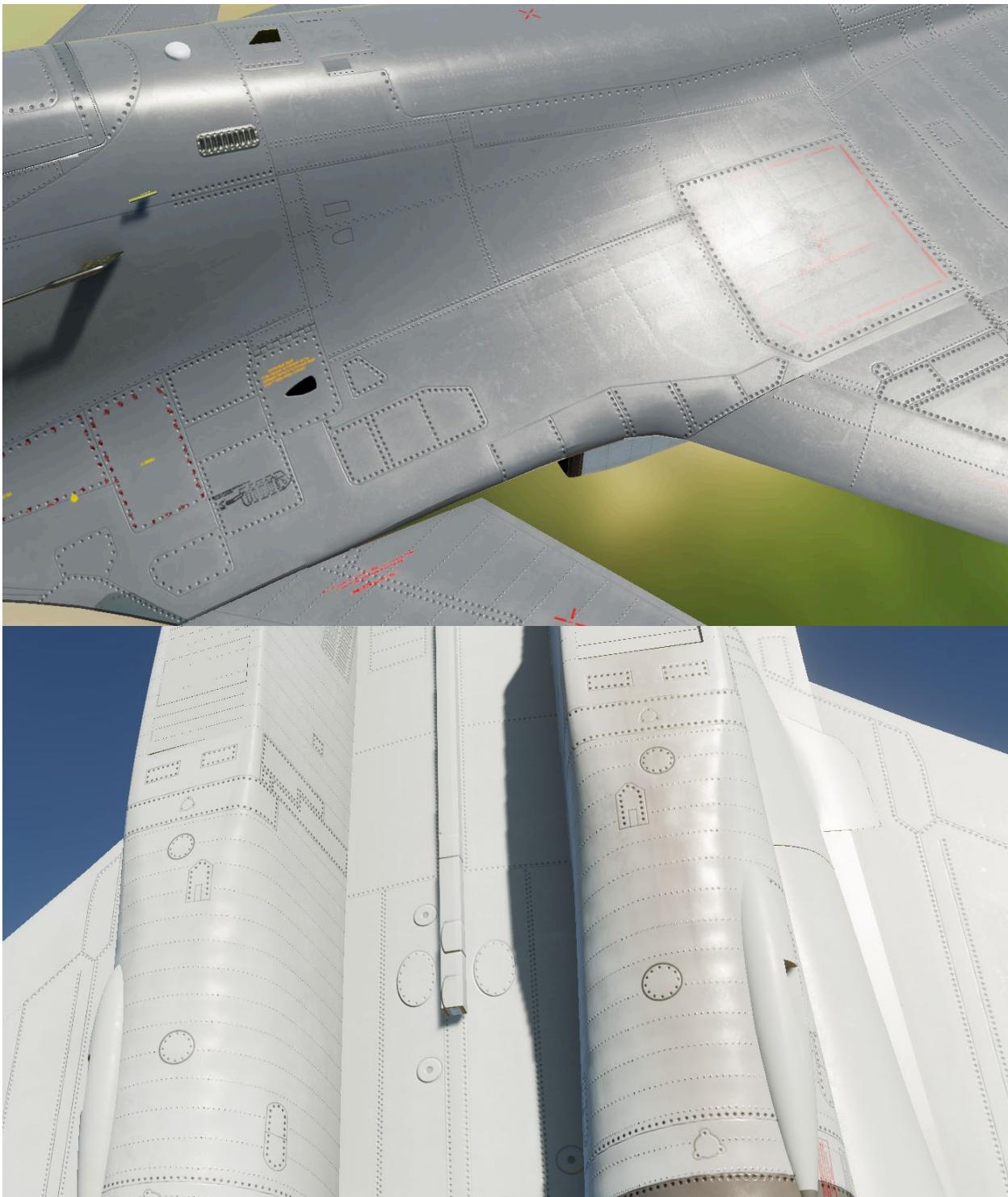
Если вы будете летать на трансзвуковой скорости очень близко к поверхности воды при очень низкой температуре (в идеале 0 градусов Цельсия или ниже), вы сможете наблюдать это уникальное явление:

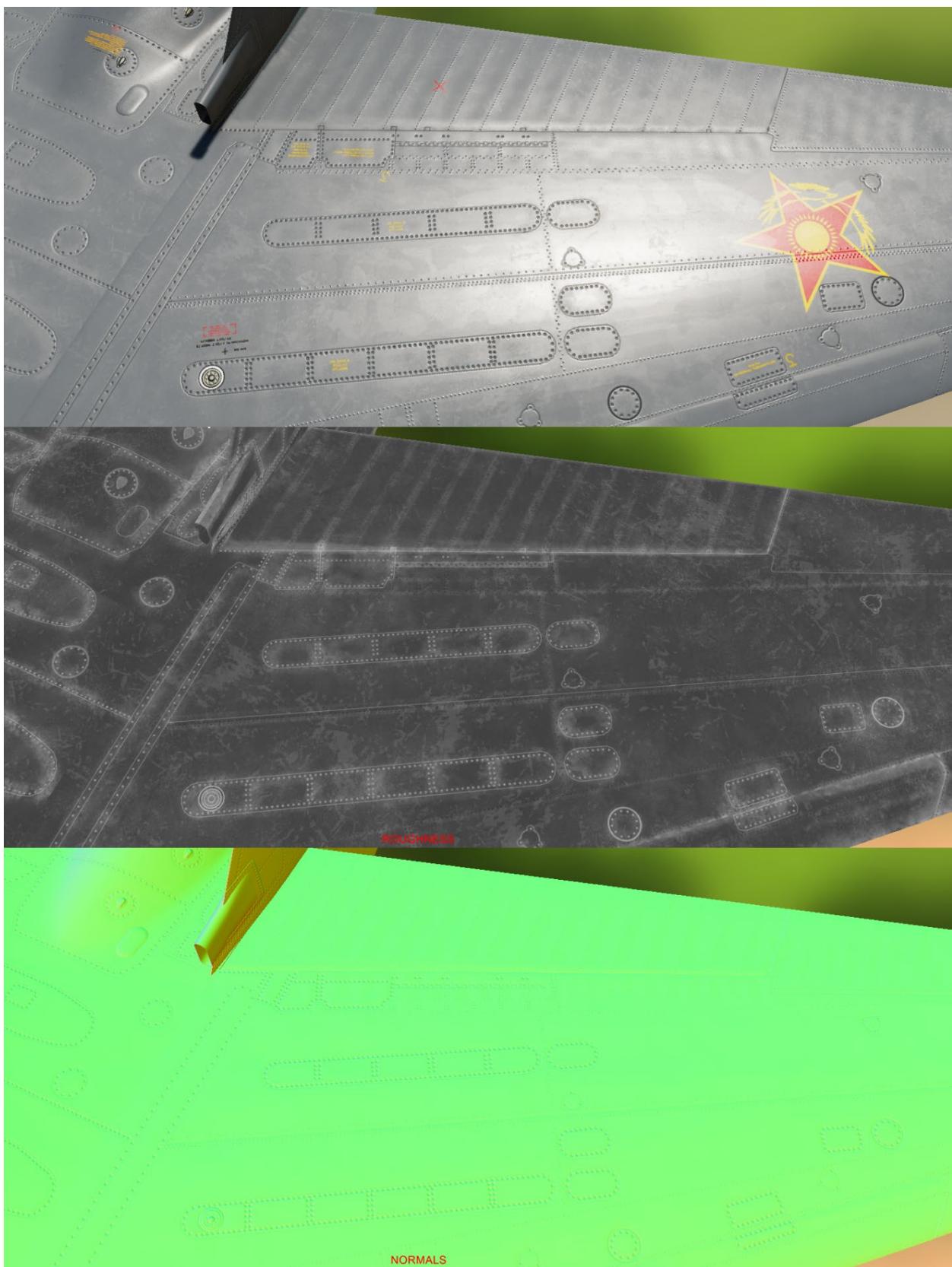


**3) Новый прицел НСЦУ:** Мы обновили внешний вид прицела для нашлемной системы целеуказания. **Обратите внимание, что на некоторых мониторах и/или при определенных соотношениях сторон он может не масштабироваться должным образом.**



**4) Новые внешние текстуры:** Мы обновили внешние текстуры, чтобы показать как покрашенные участки выглядят в реальности. Страные помятости и чересмерная изношенность старых текстур были полностью удалены и заменены более точной и детализированной картой нормалей. Мы также добавили несколько новых вариантов ливрей.

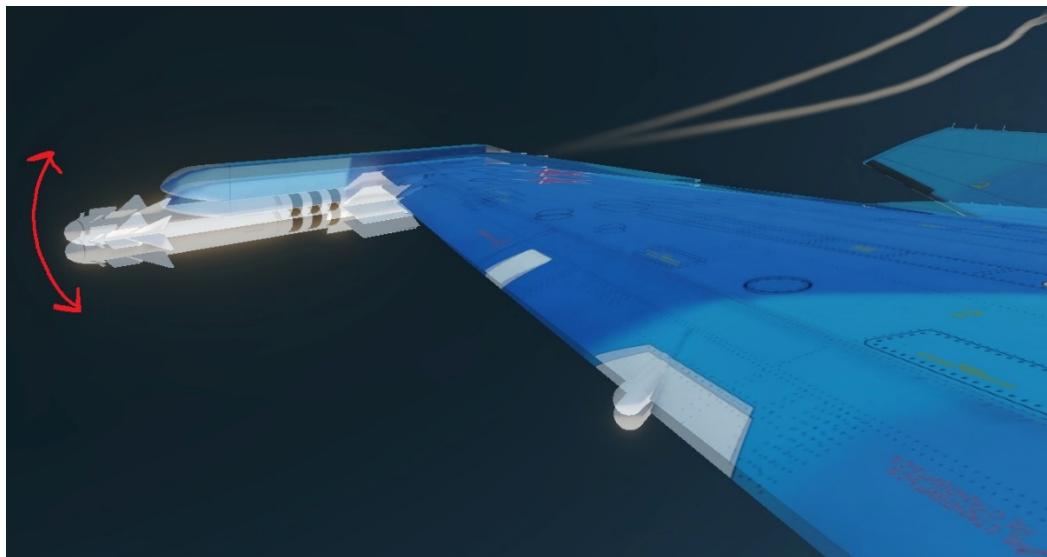




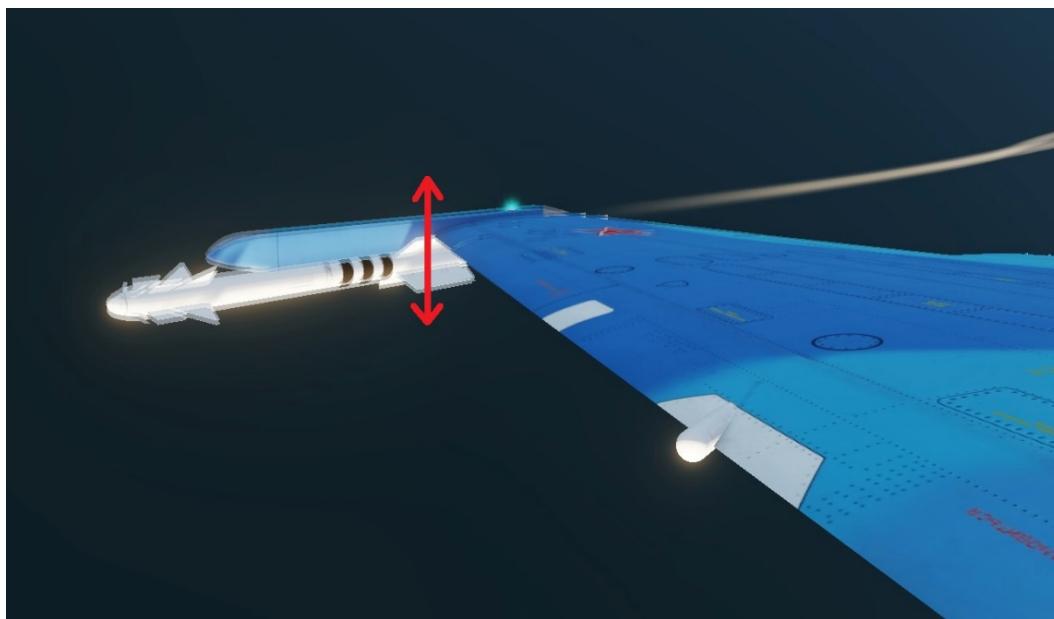


**5) Вибрация, Флаттер и Изгиб:** Крылья и вертикальные стабилизаторы теперь будут изгибаться и трястись всевозможными способами в зависимости от динамического давления, угла атаки, перегрузки и т.д. Амплитуда и частота зависят от конкретных значений вышеуказанных переменных. В случае с крыльями, общая масса, приходящаяся на пylon кончика крыла, также будет влиять на амплитуду и частоту. Все это очень сложно продемонстрировать с помощью фотографий, поэтому лучше всего испытать это в игре. Вот несколько фотографий, демонстрирующих несколько примеров:

Изгиб крыла:



Флаттер:



Вибрация вертикального стабилизатора:

