

Руководство пользователя модели Як-40 v3.0

Здравствуйте, любители и почитатели замечательного и интересного самолета Як-40! Представляю вам обновление v3.0 для симулятора X-Plane 11.40+. В данном руководстве будут рассмотрены вопросы касающиеся доработки модели, использования ее в симуляторе и необходимых настройках, известных недостатках и планах на будущее. Итак, начнем.

Вступление.

В самом начале я выражаю огромную признательность людям, в разное время сделавшим свой вклад в развитие модели. Настоящее обновление сделано для модели Як-40, разработанной Андреем (Felis), и доработанной в дальнейшем «1941» (к сожалению, не знаю его имени), Павлом Прановым, Рашидом Гусейновым, Олегом Троновым, Николаем Паршуковым, Михаилом Зуевым, Иваном Ветровым, и Кириллом Макаровым. Если кого забыл – пишите, добавлю для истории. Теперь пришла и моя очередь). Вначале пару слов о том, как я к этому пришел. Долгое время модель меня более чем устраивала, но с течением времени и все большим углублением в мир авиации и тщательным изучением реальной документации к самолету я пришел к выводу, что по реальным рекомендациям и таблицам выполнить полет на ней не удастся. Поэтому пришлось браться за исправления самому. Путь к этому обновлению был очень долгий, потому как на момент начала работ я не знал о самолетостроении в X-Plane ровным счетом ничего. Первым человеком, который приоткрыл мне дверь в этот замечательный и интересный мир, стал Денис Полигешко (RuSkyGroup). Поэтому всем, что я сейчас знаю и умею, я обязан именно ему. Денис, СПАСИБО тебе огромное за время, которое ты мне уделил, за поддержку и дружбу! Без тебя я за это никогда не взялся бы. Также, выражаю благодарность тем, кто принимал активное участие в тестировании и помогал советом и делом). Огромное спасибо Кириллу Макарову, Николаю Паршукову, Виталию Дедюле, Михаилу Зуеву, Эдуарду Устиновичу, Даниилу Андраве, и всем, кто неравнодушен к данному проекту.

Данное обновление является open source проектом, и не подразумевает ограничение доступности для пользователей с целью получения прибыли. **Использование данного обновления третьими лицами для получения финансовой выгоды запрещено.** Приветствуется присоединение к нашему междусобойчику людей, готовых на своей инициативе работать над обновлением модели и в дальнейшем. Я располагаю всеми исходниками модели, которые были переданы мне Андреем на условии некоммерческого использования.

Список изменений, доступных в обновлении 3.0

ФЮЗЕЛЯЖ И УПРАВЛЯЮЩИЕ ПОВЕРХНОСТИ:

- заново смоделирован фюзеляж, коэффициент его сопротивления,
- заново смоделированы крылья и управляющие поверхности,
- скорректированы углы отклонения управляющих поверхностей,
- заново смоделированы закрылки, а так же их влияние их выпуска/уборки на летную модель. Теперь они не сплошные по всей длине, а состоят из нескольких сегментов, как на реальном прототипе.

- полностью переделано хвостовое оперение. Изначально он был смоделирован как единая плоскость, не имеющая руля высоты. И вся плоскость выполняла одновременно функцию руля высоты и стабилизатора. В данном обновлении смоделирован переставной стабилизатор, который как и ранее работает от команд pitch_trim_up/down, и самостоятельный руль высоты. В большей степени управляемость по тангажу зависела от его правильной работы.

ШАССИ:

- скорректированы размеры и высота стоек шасси, их положение также подверглось тщательной перепроверке и корректировке. Расстояния между опорами, их высота на стоянке бралась с реального борта.

- изменены коэффициенты трения шасси,
- скорректированы коэффициенты эффективности тормозов, тормоза стали более плавными,

ДВИГАТЕЛИ, РАСХОД ТОПЛИВА:

- смоделированы гондолы двигателей и пилоны, они тоже влияют на поведение самолета,

- скорректирована точка выхода реактивной струи. Из-за особенности расположения двигателей, при увеличении режима двигателей самолет имеет тенденцию к пикированию, при уменьшении режима – к кабрированию. Данный эффект реализован и в модели.

- изменена кривая тяги двигателей, тяга двигателей модели соответствует тяге, производимой двигателями на реальном прототипе для выбранного режима,

- скорректированы обороты на режиме малого газа – 53% КВД,
- угол установки РУД в визуальной модели соответствует режиму двигателя. На пьедестале есть две метки, красная соответствует номинальному режиму, белая – 0,85 номинала. Теперь для быстрой корректировки режима можно ориентироваться и по ним,

- скорректирован расход топлива для соответствия данным РЛЭ во всем диапазоне высот и скоростей для выбранного режима двигателей,

ВЕС, ЦЕНТРОВКА:

- скорректирован центр тяжести самолета. Не будем долго останавливаться на том, почему Андрей изначально сделал центровку именно

так, видимо были на то свои причины, ведь не будем забывать, что Як-40 изначально создавался для ХР9. Так или иначе, картина была примерно следующая: загрузчик модели смещал центровку в сторону хвоста, тогда как центровка модели была сдвинута вперед. В реальном самолете при загрузке центровка ВСЕГДА смещается к носу самолета, и модель ввиду этих решений неадекватно себя вела, в особенности когда загрузка и центровка по РЛЭ предписывала для взлета переключать стабилизатор на пикирование. При взлетной массе 13т и центровке в районе 25%САХ самолет отказывался взлетать на рассчитанных скоростях и постоянно клевал носом. Для использования панели загрузки необходимы существенные изменения в расчетах, поэтому я принял решение панель пока отключить, и использовать временно дефолтный загрузчик ХР. После переделки горизонтального стабилизатора и перемещения центра тяжести (снаряженного самолета) на законное место модель стала покладистой и правильно реагировала на перебалансировку в полете. КВСы, которые летали на Як-40 дали положительную оценку поведения модели.

- **скорректирован вес** снаряженного самолета, изначально он весил почти на тонну легче, и это было не верно.

- **скорректирован максимальный вес,**

- **скорректировано расположение топливных баков,** с учетом их влияния на центровку самолета в процессе расходования топлива,

АЭРОДИНАМИКА:

- **переделаны файлы аэродинамики** для крыла, вертикального и горизонтального стабилизаторов. Данные брались из книги «Практическая аэродинамика самолета Як-40» авторов Рогонов, Бехтир, Копысов, Коврижных. Результат на данном этапе промежуточный, данные будут уточняться и совершенствоваться для более точного поведения модели в разных условиях.

НАВИГАЦИЯ:

- **скорректирована работа гироскопа,** стал возможным полет в режиме ГПК (отдельное спасибо Ивану Ветрову)

- **исправлена логика работы индикации приема сигнала АРК** (и опять спасибо Ивану Ветрову). Теперь стрелки индикации уровня приема сигнала АРК реагируют на расстояние до маяка, а так же его отсутствие.

Установка и настройки

ВНИМАНИЕ!!! Данная модель предназначена для симулятора X-Plane 11.40+. Работа в предыдущих версиях не гарантируется. В меню симулятора должна быть **ВЫКЛЮЧЕНА** галка «использовать экспериментальную летную модель» («use experimental flight model»)

Установка модели предельно проста, и ничем не отличается от предыдущей версии 2.6.1. Распакуйте архив в любое удобное место и

поместите содержимое папки «Your X-Plane folder» в корневую папку симулятора.

Все, можно в полет).

Эксплуатация модели. Загрузка.

В корневой директории самолета найдите электронную таблицу Raschet_Yak-40.xlsx. В этом документе в таблице слева есть окна выделенные зеленой рамкой, они используются для ввода **количества** членов экипажа и пассажиров по рядам, **веса** багажа в килограммах и **количества** топлива в килограммах. По мере ввода данных таблица автоматически рассчитывает параметры загрузки: количество пассажиров и вес багажа, общий взлетный вес, количество топлива и центровку самолета в %САХ на взлете и посадке. После того, как Вы завершили ввод данных, перейдите к таблице справа. Эта таблица автоматически рассчитывает данные для ввода в симулятор. Используйте окна, выделенные **синим цветом**, для определения параметров для ввода в меню загрузки ХР. Используйте данные в сантиметрах и килограммах для метрической системы, и дюймы (in) и фунты (lb) для имперской системы. Переключатель между метрической и имперской системой находится в меню загрузки и центровки симулятора. Перейдите в симулятор и введите полученные данные (см.скрин).

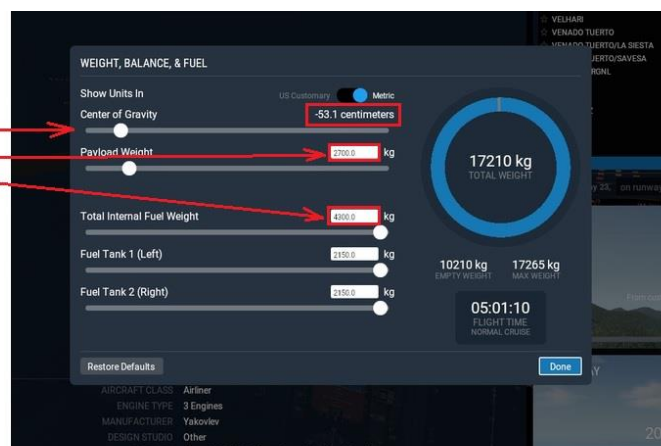
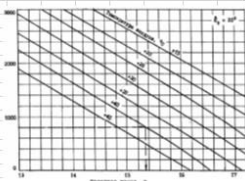
Расчет параметров полета Як-40

Масса и центровка на взлете				
Наименование	кол-во	масса	mX	%САХ
Масса пустого самолета		10025	778	34,6
Экипаж без экипажа		185	102	34,8
Экипаж:	2	160	-12,50	
Пассажиры:				
1-го ряда	мест-4	4	320	-1797
2-го ряда	мест-4	4	320	-1557
3-го ряда	мест-4	4	320	-1315
4-го ряда	мест-4	4	320	-1074
5-го ряда	мест-4	4	320	-832
6-го ряда	мест-4	4	320	-590
7-го ряда	мест-4	4	320	-349
8-го ряда	мест-4	4	320	-107
9-го ряда	мест-2	2	160	487
10-го ряда	мест-2	2	160	388
багаж		720	720	
центровочный груз		0	0	
топливо		3200	-800	
ИТОГО:	36	17170	-8594	18,6

Масса и центровка на посадке				
остаток топлива		900	-225	
ИТОГО:		14870	-7784	17,4

Меню загрузки X-Plane				
Взлетный вес:		17170	37455	
Центр тяжести	cm	-48,7	-53,1	
in		-19,17	-20,61	
Коммерческая нагрузка		3760	8339	
Топливо		3200	7055	
Левый бак		1600	3527	
Правый бак		1600	3527	
Время полета, ч		1,9		
Резерв, ч		0,75		

Максимальная взлетная масса в зависимости от H и t* аэродрома



Время полета указано ориентировочно, из расчета 1200кг топлива на 1 час полета.

Для определения параметров (установки взлетного положения стабилизатора, скоростей на взлете и посадке и т.д.), воспользуйтесь таблицами ниже.

План дальнейшей работы

- **корректировка тяги двигателей на больших высотах** вплоть до практического потолка, и соответствие скоростей полета режиму двигателей. В процессе изучения возможностей штатных средств моделирования (Plane maker) я столкнулся с проблемой «линейности» моделирования условий полета, которые штатными средствами не победить. Так, на данный момент на высоте 3000м при режиме двигателей 0,85 номинального, скорость полета на 10-15 км/ч выше указанной в РЛЭ, а на высоте 6000м ниже на те же 10-15км/ч.

- **корректировка тяги двигателей на режиме малого газа.** По той же самой причине тяга на земле на режиме МГ завышена почти в два раза. Соответственно, расход топлива тоже. При попытке привести тягу на МГ в должные рамки, плывет вся кривая тяг на остальных режимах. Я принял решение мириться пока с тягой на МГ, сохранив правильные данные для остальных режимов. По всей видимости, и в случае со скоростью на эшелоне, и с тягой на МГ, придется писать свой скрипт, управляющий тягой в обход симулятора.

- **корректировка работы сигнализации срывного режима**, а также непосредственно поведение самолета на этих режимах, предупредительная тряска штурвала, и т.д.,

- **конфиг для smartcopilot**,

- **корректировка противообледенительной системы.** Сейчас отбор воздуха происходит мгновенно, это заметно даже в полете,

- **корректировка панели загрузки**, встроенной в самолет,

- **librain** плагин

- **привязка анимации щеток стекол к рукоятке управления.** Да-да, щетки всегда работали, они включаются дефолтными командами симулятора,

- **разработка модификации самолета** с возможностью заправки топлива 6 тонн, а также если хватит запала, и модификации с VIP компоновкой салона,

- звуки fmod,

- **3д заливающий свет** в кабине экипажа и подсветка приборов и панелей. Я очень рад, что Олег Тронов, с его большим опытом в данной области обещал присоединиться к работе.

- **панель отказов и обслуживания.**

P.S. Дорогие друзья, в конце своего повествования хочу напомнить, что я не волшебник, а только учусь. Если хотите помочь данной разработке, присоединяйтесь. Вместе мы сможем больше!