

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
СТУПИНСКИЙ ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ  
(национальный исследовательский университет)»  
(СТУПИНСКИЙ ФИЛИАЛ МАИ)**

---

Кафедра "Технология производства авиационных двигателей"

Курсовая работа по дисциплине:

**«Введение в авиационную и ракетно-космическую технику»**

**На тему: «Провести сравнительный анализ Су-57 и F-35»**

Группа: ТСО - 103Б - 20

Выполнил: Иванов И.И.

Проверил: Фурсов А.А.

Ступино 2021 г.

## Содержание

Введение.....	3
История создания Су-57 .....	4
История создания F-35.....	6
Технические характеристики Су-57.....	8
Технические характеристики F-35 .....	10
Сравнение технических характеристик Су-57 и F-35 .....	13
Вывод.....	15
Источники .....	16

## Введение

Истребитель — военный самолёт, предназначенный в первую очередь для уничтожения воздушных целей противника.

Применяется для получения господства в воздухе над противником, а также для сопровождения бомбардировщиков, транспортных самолётов, самолётов гражданской авиации, защиты наземных объектов от авиации противника. Реже истребители используются для атаки наземных и морских целей.

Истребитель **Су-57** - российский многофункциональный истребитель пятого поколения, созданный ОКБ имени П. О. Сухого в рамках комплексной целевой программы «ПАК ФА». Самолёт разработан для замены в российских ВКС тяжёлого истребителя Су-27. Первый полёт Т-50 совершил 29 января 2010 года. В 2013 году началось мелкосерийное производство самолётов на КнААЗе (где проводилась сборка опытных образцов) для испытания вооружений. Летом 2019 года запущено серийное производство истребителя; планируется контракт на поставку 76 самолётов, которыми полностью укомплектуют 3 полка. 25 декабря 2020 года ВКС РФ получили первый серийный истребитель.

Истребитель **F35** - Lockheed Martin F-35 Lightning II («Локхид-Мартин» F-35 «Молния II») — семейство малозаметных многофункциональных истребителей-бомбардировщиков пятого поколения, разработанное американской фирмой Локхид-Мартин (Lockheed Martin) в трёх вариантах:

F-35A наземный истребитель (CTOL — conventional takeoff and landing, «обычный» взлёт и посадка) для ВВС;

F-35B истребитель с коротким взлётом и вертикальной посадкой (STOVL — Short take-off and vertical landing);

F-35C палубный истребитель (CV) для ВМС.

Первый полёт 16 декабря 2006 года. Начало эксплуатации с 2012 года для учебных целей.

В КМП США с 31 июля 2015 года. В ВВС США с 2 августа 2016 года. В ВМС США — 28 февраля 2019 года.

## **История создания Су-57**

В конце 1980-х годов Военно-воздушные силы СССР (при ведущей роли 30-го ЦНИИ) выработали требования к истребителю пятого поколения для фронтовой авиации на замену МиГ-29 и Су-27. На основе этих требований РСК «МиГ» разработал проект 1.44, а КБ Сухого — Су-47 «Беркут». Распад СССР и последовавший за ним экономический спад не позволили продолжить работу над созданием самолёта, проект 1.44 был позже закрыт из-за прекращения финансирования, а Су-47 «Беркут» стал использоваться в качестве летающей лаборатории.

В мае 2001 года стартовала программа ВВС России по разработке истребителя 5-го поколения — перспективного авиационного комплекса фронтовой авиации (ПАК ФА) (программа «И-21»). Предварительный проект готовился вторую половину 2001 — начало 2002 годов. До августа 2017 года самолёт был известен под индексом Т-50, который с 2008 года был и заводским индексом согласно конструкторской документации.

Для создания ПАК ФА Росавиакосмосом и МО РФ была разработана комплексная целевая программа, одобренная правительством РФ в декабре 2002 года. В ней определены головной исполнитель (ГУП «АВПК „Сухой“») и сроки выполнения основных этапов работ. Начато проведение комплекса НИОКР и эскизное проектирование, которое предполагалось завершить подачей эскизного проекта к началу 2004 года. Первоначальный бюджет проекта составил 1,5 млрд руб. К реализации программы были привлечены РСК «МиГ» и ОКБ им. Яковлева. План работ предусматривал начало лётных испытаний самолёта на 2006—2007 годы и начало поставок самолётов в войска к 2014—2015 годам.

В проекте использовались некоторые технологии Су-47 и МиГ 1.44. В 2004 году президенту РФ Владимиру Путину был продемонстрирован макет самолёта.

11 августа 2017 года главнокомандующий ВКС РФ Виктор Бондарев впервые официально сообщил серийное название истребителя, известного как Т-50, — самолёт получил обозначение Су-57.



## История создания F-35

После военной компании за Фолкленды в 1982 г., в результате боев с Аргентиной, ВВС Великобритании показали очень успешное применение самолетов вертикального взлета и посадки "Харьер" США и другие государства начали более усиленно и глубоко изучать возможности самолетов данного типа.

В результате на мировом рынке начал формироваться спрос на подобный вид самолетов. В 1983 году исследовательские агентства Соединенных Штатов и Великобритании при поддержке агентства NASA основывают программу ASTOVL (Advanced Short Take-Off/Vertical Landing) с целью заменить существующие самолеты вертикального взлета и посадки более новыми единицами. Однако, к 1995 году Великобритания прекращает исследования и передает все наработки США, которые не собирались прекращать разработку столь перспективного самолета. В марте 1993 года из-за изменения геополитического баланса и распада коммунистического блока, программу ASTOVL трансформируют в CALF направленную на создание легкого истребителя общего применения.

С компаниями Lockheed Martin Aeronautics Company и McDonnell Douglas, которая позднее слилась с военно-промышленной компанией Boeing был подписан контракт на разработку однотипного самолета истребителя, который с небольшими изменениями мог бы поступить на службу в ВВС (носил название X-32A), ВМС, корпуса морской пехоты (КМП) и вооруженных сил Великобритании (X-32B).

В 1996 году действующая программа создания легкого истребителя общего применения трансформируется в программу Joint Strike Fighter (JSF, единый ударный самолет) реализацией которой уже занимались военно-промышленные компании Boeing и Lockheed Martin. Со стороны Boeing создавался самолет X-32, а со стороны компании Lockheed Martin, объединившей усилия в альянсе с Northrop Grumman Corporation создавался самолет X-35.

Окончательные испытания тестовых моделей X-32 и X-35 выявили безусловное преимущество модели X-35 от Lockheed Martin, которая смогла взлететь с полосы в 150 метров в длину, в небе смогла разогнаться до сверхзвуковой скорости и осуществить вертикальную посадку на определенную площадь. Конструкция модели X-35 имела механизм,

обеспечивавший вертикальный взлет и посадку. За кабиной пилота был установлен специальный мощный вентилятор, который как охлаждал воздух для двигателя нагретый задним соплом, так и обеспечивал хороший баланс самолета.

В конечном итоге модель X-35 получила название F-35 Lightning II. На сегодняшний день F-35 - это передовой истребитель-бомбардировщик пятого поколения сконструированный в рамках программы Joint Strike Fighter и призванный заменить устаревшие модели самолетов F-18, AV-8B Harrier, F-16, F-117 и с определенными оговорками F-15.



## Технические характеристики Су-57

Единый корпус образован фюзеляжем и крылом с передним наплывом. Внедрение данного решения позволило ощутимо увеличить маневренность самолета. Само крыло оборудовано отклоняемыми носками, элеронами и флапперонами. Фронтальная часть передних наплывов сделана поворотной для дополнительного управления. Вертикальное оперение машины составляют два цельноповоротных киля. Горизонтальное оперение представляет собой цельноповоротный стабилизатор. Теплообменники системы кондиционирования и воздухозаборники мотогондол расположены на фронтальной части пилонов. Воздухозаборники двигателей с мотогондолами разнесены на расстоянии 0,6-0,7 метра от центральной оси самолёта, где располагаются несколько отсеков для скрытого размещения ракет и бомб. Связь всех органов управления самолета в одну систему обеспечивает высокую маневренность при всевозможных углах атаки, исключает как явление вхождения самолета в штопор.

Компоновка планера с почти полным отсутствием прямых углов, специальное покрытие радиопоглощающими материалами, использование в конструкции композитных материалов снизили видимость Т-50 на радарх. Данный показатель улучшился в 20 раз в сравнении с 4 поколением. Превосходный обзор летчика истребителя обеспечивается продуманной конструкцией остекления фонаря. Также с левой стороны кабины, внизу от пилота, располагается выдвижная штанга для заправки топливом.

Шасси унифицировано с шасси самолетов четвертого поколения. Носовая стойка состоит из двух колес диаметром 0,6 метра, грязезащитного щитка и фар. Задние стойки – по одному колесу диаметром около 1 метра с тормозами. Все опоры шасси складываются вперед по направлению полета.

Одна из самых главных характеристик боевого самолета – соотношение тяги двигателя к массе самолета (тяговооруженность). Ее повышение увеличивает маневренность и скорость разгона как на земле, так и в воздухе. Начиная с истребителей поколений 4 и 4+ этот показатель превышает 1, то есть суммарная тяга, создаваемая двигателем, выше снаряженной массы машины.

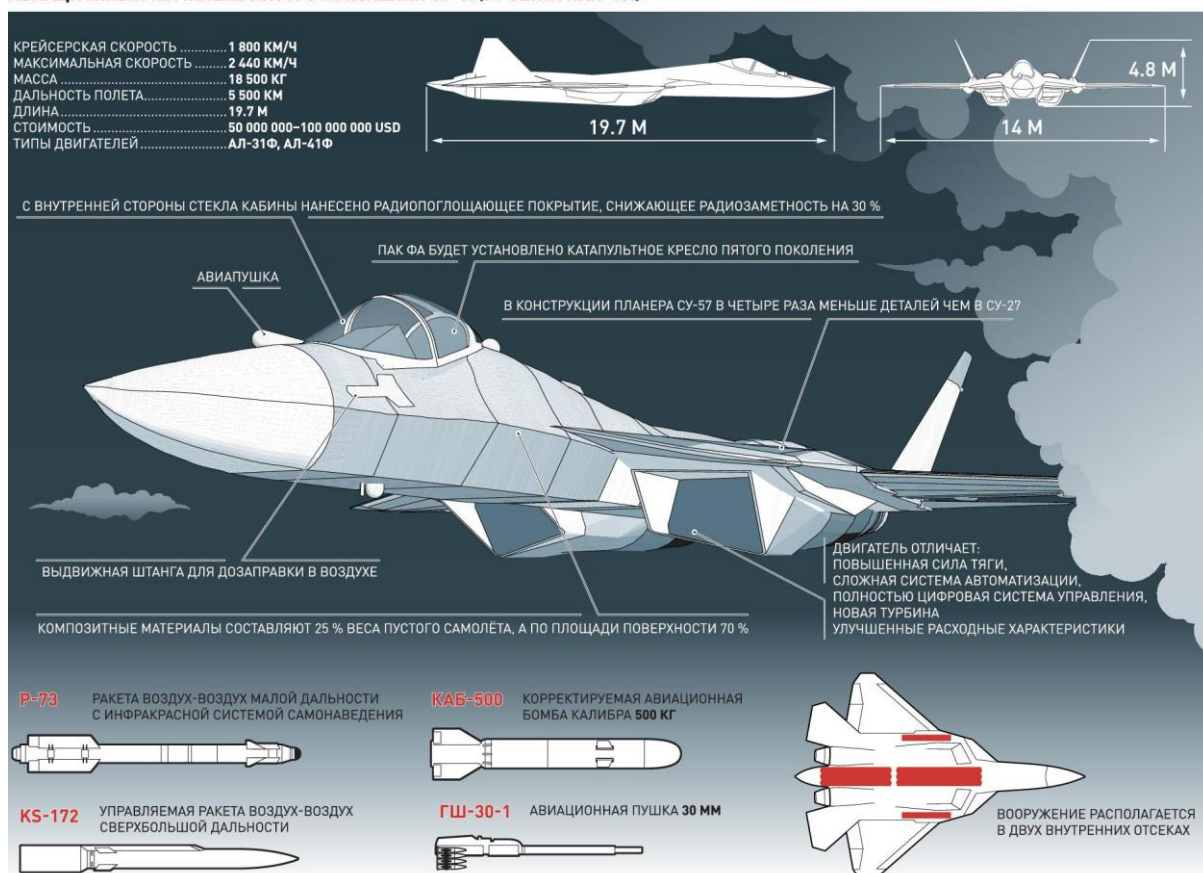
Первые образцы самолета оснащались двигателями АЛ-41Ф1 под рабочим названием «Объект 117». Этот турбореактивный двухконтурный двигатель, созданный в НПО «Сатурн», отличается форсажной камерой и



управляемым вектором тяги. Он позволяет развивать сверхзвуковую скорость без форсажа. Двигатель первого этапа для Су 57 оснащен цифровой системой управления и плазменной системой зажигания. В отличие от двигателей F-22, российская силовая установка оснащена круглыми, а не прямоугольными соплами. Двигатель для Су 57 создан на основе мотора Су-35С. Отличием является увеличенная сила тяги, новая система автоматизации, а также уникальная турбина и пониженный расход топлива. Благодаря уникальным решениям, такой показатель как сверхманевренность в самолете реализован полностью. Су 57 способен выполнять столь сложные фигуры высшего пилотажа, что никакой другой самолет в мире на подобное не способен даже близко.

Двигателем второго этапа, именуемого как «Тип 30» должны быть укомплектованы самолеты Су 57, которые пойдут в серию. Этот силовой агрегат еще более усиливает возможности истребителя. Двигатель тестируется, начиная с последнего квартала 2017 года. Его характеристики существенно превосходят АЛ-41Ф1. «Тип 30» является принципиально новым изделием. Применяемые в нем решения являются во многом уникальными и не имеют аналогов в мире.

#### АВИАЦИОННЫЙ КОМПЛЕКС ПЯТОГО ПОКОЛЕНИЯ СУ-57(ПРОЕКТА ПАК-ФА)



## Технические характеристики F-35

На F-35 использованы многие технологические решения, отработанные на F-22. Обозначения серийных вариантов: F-35A (со стандартным взлётом и посадкой), F-35B (с коротким взлётом и вертикальной посадкой) и F-35C (взлёт с палубы авианосца при помощи катапульты, а посадка на палубу — с использованием аэрофинишёра).

Отличительными особенностями F-35C, по сравнению с вариантами F-35A (со стандартным взлётом и посадкой) и F-35B (с коротким взлётом и вертикальной посадкой), является то, что взлёт истребителя осуществляется при помощи катапульты, а посадка на палубу авианосца — с использованием аэрофинишёра. В связи с повышенными нагрузками внутренняя конструкция F-35C упрочнена. Хвостовая часть самолёта содержит элементы, изготовленные из титана. По сравнению с другими вариантами, F-35C имеет на 30 % большую площадь крыла, увеличенную площадь хвостового оперения и поверхностей управления, оснащён концевыми элеронами для обеспечения высокой управляемости при малых скоростях посадки на палубу авианосца.

Крылья для F-35 Lightning II будут производиться в Израиле на заводах IAI (Israel Aerospace Industry). Контракт с компанией Локхид-Мартин будет подписан на 10-15 лет; сумма контракта — 2,5 миллиарда долларов. В 2013 г. IAI уже приступила к организации конвейера для сборки крыльев F-35. К 2016 году на долю израильских производителей будет приходиться треть от общего числа производимых в мире крыльев для F-35; речь идёт примерно о восьмистах единицах в год.

F-35A и F-35C оснащаются двигателем Pratt & Whitney F135, который является развитием двигателя F119, установленного на F-22. Двигатель для F-35B разработан с участием Rolls-Royce Defence. По утверждению производителя, благодаря данной установке и конструкции планера полностью вооружённый F-35A с заполненными топливными баками способен производить манёвры с перегрузкой в 9 g.

Двигатель F135, изготовленный на базе двигателя F-119 для F-22. 3-ступенчатый компрессор низкого давления с лопатками, выполнен цельнолитым способом, 6-ступенчатый компрессор высокого давления, камера сгорания заимствованы у F-119; температура перед турбиной составляет 1654 °C, это достигнуто благодаря системам охлаждения и

сплавам из кобальта; турбина высокого давления одноступенчатая, разработана на базе F-119, с удвоенным охлаждением; частота вращения 15 000 оборотов в минуту; турбина низкого давления 2-ступенчатая; далее форсажная камера с радар-блоккерами.

Двигатель имеет бесфорсажную тягу 13 000 кгс, на форсаже 19 500 кгс. Ресурс разных деталей составляет от 1500 до 4000 часов.

Согласно формально заявленным характеристикам, F-35 не имеет возможности крейсерского полёта на сверхзвуковых скоростях без использования форсажа. Однако по утверждению вице-президента Lockheed Martin Стивена О'Брайена, истребитель способен совершать полёт со скоростью, соответствующей  $M=1,2$  ( то есть в 1,2 раза превышающей скорость звука), на протяжении  $\approx 240$  км без включения форсажной камеры.

Вариант истребителя с коротким взлётом и вертикальной посадкой (СВП) F-35B, предназначенный для базирования на авианесущих кораблях, не оснащённых катапультами (лёгких авианосцах, крупных десантных кораблях), способен выполнять и вертикальный взлёт.

Для этого сопло двигателя F-35B поворачивается вниз на  $95^\circ$ , а за кабиной пилота вертикально установленный и связанный с главным двигателем жёсткой передачей вентилятор создаёт подъёмную тягу. В крейсерском полёте подъёмный вентилятор останавливается и закрывается створками. Управление по рысканию во время зависания обеспечивают дополнительные сопла двигателя, способные отклоняться влево и вправо. Для управления по крену в каждой консоли крыла имеются дополнительные сопла, питающиеся от основного двигателя. Тангаж изменяется разностью подъёмного вентилятора и двигателя.

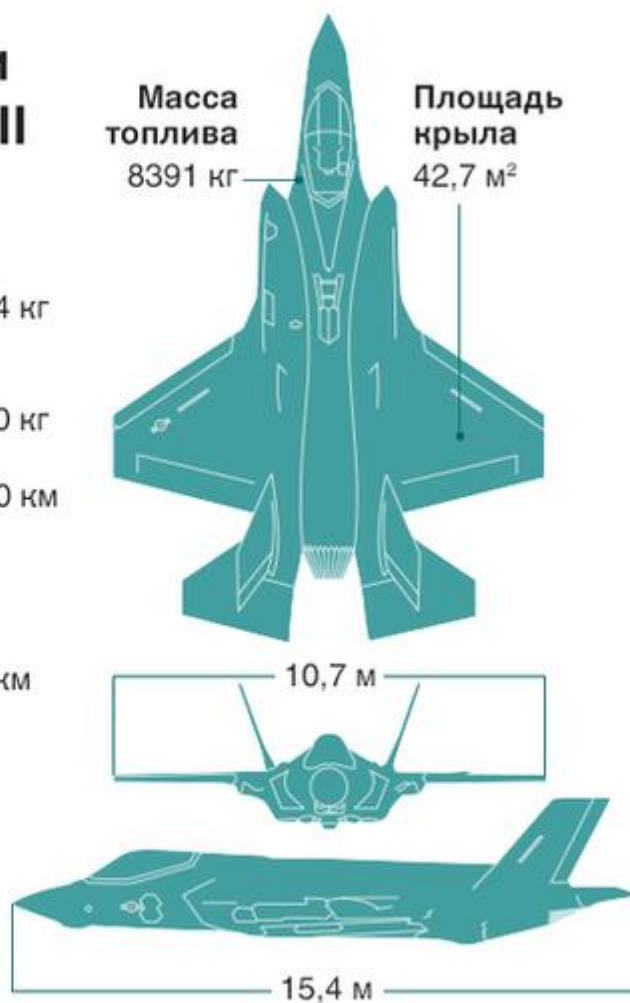
Положение самолёта во время зависания полностью контролируется бортовым компьютером. Это позволяет значительно упростить управление самолётом в сравнении с аналогами. Кроме того, в аварийной ситуации компьютер способен принять решение о катапультировании гораздо раньше человека.

Вертикальная тяга позволяет F-35B при малой боевой нагрузке и неполных топливных баках вертикально взлетать и садиться. При большей нагрузке вертикальной тяги для взлёта недостаточно и взлёт осуществляется с небольшим разбегом (так называемый укороченный взлёт). Так же может осуществляться и посадка. На практике из-за расхода топлива в полёте

взлётная масса самолёта оказывается значительно больше посадочной. Поэтому, как правило, взлёт выполняется укороченным, а посадка вертикальной.

## Характеристики F-35A Lightning II

Масса пустого самолета	13 154 кг
Максимальная взлетная масса	31 800 кг
Дальность полета	> 2200 км
Боевой радиус действия (без дополнительных топливных баков)	1239 км
Тяговооруженность	
с полными баками	0,87
с 50% топлива	1,07



Источник: "Локхид Мартин"

BBC

### Сравнение технических характеристик Су-57 и F-35

Истребитель	<b>Су-57</b>	<b>F-35</b>
Длина	19,7 м	15,4 м
Ширина	14 м	10,7 м
Масса	18500 кг	13154 кг
Размах крыла	14 м	10,7 м
Площадь крыла	82 м <sup>2</sup>	42,7м <sup>2</sup>
Дальность полёта	5500 км	2200 км
Максимальная взлётная масса	35500 кг	31751 кг
Масса топлива	11100	8391
Максимальная скорость	2440 км/ч	1930 км/ч
Максимальная высота полёта	20000 м	18200 м
Продолжительность полёта	5,8 ч	2,36 ч
Тип двигателя	АЛ-41Ф1 турбореактивный двухконтурный с форсажной камерой и управляемым вектором тяги	Pratt & Whitney F135 — авиационный высокотемпературный турбореактивный двухконтурный двигатель с форсажной камерой
Тяга двигателя без форсажа	11000 кгс	13000 кгс
Тяга двигателя на фарсаже	18000 кгс	19 500 кгс

Су-57 имеет превосходство над американским истребителем по маневренности, скорости и дальности полета. Российский истребитель может развить скорость до 2440 км/ч, а американский — 1930 км/ч. Максимальная продолжительность полета Су-57 примерно в два раза больше, чем у F-35: 5,8 часа против 2,36 часа. Предельная боевая нагрузка российского самолета составляет 10 000 кг, а у американского — 9 100 кг. Максимальная взлетная масса также больше у Су-57: 35 500 кг против 31 751 кг. Кроме того, у отечественного истребителя есть уникальная способность совершать взлет и посадку на коротких дистанциях, а также бесфорсажный полет на сверхзвуке. Однако Су-57 не может совершать вертикальный взлет и посадку в отличие от одной из модификаций F-35.



## Вывод

Недостатки F-35 в сравнении с Су-57 - слабое вооружение, ограниченная дальность, дозвуковая крейсерская скорость и что хуже всего – в случае обнаружения он обречен, потому что не может уклониться от атаки. Это дает лучшие тактические возможности для главного американского соперника - Су-57. Достичь удачного баланса «малозаметность – летные данные – ударное вооружение - разумная цена» в конструкции F-35 американцам не удалось. Недостаток F-35 также в возможности отклонения вектора тяги только в вертикальной плоскости. А на Су-57 сопла отклоняются всеракурсно. Су-57 является единственным в мире самолётом пятого поколения, способным применять ракетное вооружение на любой скорости и высоте. Этого качества лишён американский истребитель-бомбардировщик F-35 Lightning II. Су-57 в сравнении с американскими аналогами заключается в более высокой боевой нагрузке. Российский самолёт может поднять в воздух 10 тонн боеприпасов, F-35 — чуть более 8 тонн. Кроме того, применение оружия на отечественной машине происходит практически незаметно для средств обнаружения противника. Такой эффект достигается с помощью особых геометрических конструкций и композитных материалов, из которых изготовлена пусковая установка. Она используется для применения ракет малой дальности. Пуск ракет средней и большой дальности происходит посредством специальной катапульты. Колоссальным преимуществом Су-57 является угол обзора бортовой радиолокационной станции. Он позволяет более безопасно применять ракеты с радиолокационной головкой самонаведения. Лётчик Су-57 также должен вести ракету, однако уникальная радиолокационная станция позволяет ему отклоняться от линии пуска на десятки градусов. Такой возможности F-35 лишён и потому вынужден оставаться в зоне гипотетического поражения до завершения полёта ракеты.

F-35 сможет выиграть воздушный бой у обладающего лучшими летными данными и более дальнобойными ракетами Су-57 только за счет своей малозаметности.

Россия делает основную ставку на манёвренность и скорость, США акцентируют внимание преимущественно на бортовом оборудовании и малой заметности. Здесь они добились серьёзных успехов.

## **Источники**

- 1) <https://state-usa.ru/weapon/199-f-35-lightning-ii-istoriya-sozdaniya-i-kharakteristiki>
- 2) <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D1%83-57>
- 3) <https://ru.wikipedia.org/wiki/F-35>
- 4) <https://warbook.club/voennaya-tehnika/samolety/su-57-2/>