



THE FIGHTER COLLECTION



Eagle Dynamics

DCS

**Su-27**  
**FLANKER**



DCS: Су-27 Flanker

Руководство пилота

## DCS: Су-27 для DCS World

Су-27, кодовое обозначение НАТО — Фланкер, один из столпов современной боевой авиации России. Созданный, чтобы противостоять американскому Ф-15 «Игл», Су-27 является двухдвигательным, сверхзвуковым, высокоманевренным истребителем завоевания превосходства в воздухе. Су-27 способен в равной степени поражать цели, как за границей визуальной видимости, так и в ближнем бою, что является следствием его поразительной маневренности на малой скорости и больших углах атаки. Используя свой радар, квантовую оптико-локационную станцию, которая незаметно обнаруживает противника, а также систему сопровождения целей, Су-27 поражает вражеские самолеты радиолокационными и тепловыми управляемыми ракетами. В арсенале у Фланкера находится система нацеленного целеуказания, которая дает возможность захватить цель, просто посмотрев на нее! В дополнение к мощным средствам по борьбе с воздушными целями, Су-27 может быть вооружен широкой номенклатурой бомб и неуправляемых ракет, что позволяет ему выполнять второстепенную роль ударного самолета.

Су-27 для DCS World сфокусирован на легкости применения, без интерактивной кабины, что существенно уменьшает время необходимое на обучение. Для управления самолетом и его системами используется клавиатура и джойстик, что позволяет сконцентрироваться на самых важных процедурах при выполнении задания.

Форум для общего обсуждения: <http://forums.eagle.ru>

# Содержание

<b>ВВЕДЕНИЕ .....</b>	<b>VII</b>
<b>ИСТОРИЯ САМОЛЕТА .....</b>	<b>2</b>
ПРОГРАММА ПЕРСПЕКТИВНОГО ФРОНТОВОГО ИСТРЕБИТЕЛЯ .....	2
ОТ Т-10 К Т-10С .....	9
ИСПЫТАНИЯ .....	13
41 РЕКОРД Су-27 .....	16
НА ВООРУЖЕНИИ .....	17
<b>КОНСТРУКЦИЯ САМОЛЕТА .....</b>	<b>21</b>
КОНСТРУКТИВНАЯ КОМПОНОВКА .....	21
БОРТОВОЕ РАДИОЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ .....	23
КАБИНА .....	24
<b>РЕЖИМ УПРОЩЕННОЙ АВИАНИКИ .....</b>	<b>28</b>
РЕЖИМ НАВИГАЦИИ .....	30
РЕЖИМ Воздух-Воздух .....	31
РЕЖИМ Воздух-Земля .....	32
<b>ПРИБОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ .....</b>	<b>34</b>
Указатель приборной скорости и Маха .....	35
Барометрический высотомер .....	35
Радиовысотомер .....	36
Пилотажно-посадочный индикатор .....	36
Указатель угла атаки и перегрузки .....	37
Командный пилотажный прибор (КПП) .....	37
Прибор навигационный плановый (ПНП) .....	38
Указатель вертикальной скорости, поворота и скольжения .....	39
Часы авиационные .....	39
Указатель оборотов двигателей .....	40
Топливомер .....	40
Индикатор температуры газов за турбиной .....	41
Индикатор прямой видимости (ИПВ) .....	41
Система предупреждения об облучении (СПО) .....	42
Пульт ППД-СП .....	45
Выключатель режима ЖЕСТКАЯ СВЯЗЬ .....	45



Механизм триммерного эффекта (МТЭ).....	46
Система автоматического управления (САУ).....	47
<b>РЕЖИМЫ РАБОТЫ ИПВ и ИЛС на Су-27 .....</b>	<b>50</b>
Базовая символика на ИЛС.....	50
Режимы навигации .....	52
Режимы ведения дальнего воздушного боя (ДВБ).....	53
Взаимодействие со средствами ДРЛО.....	61
Работа в сложной помеховой обстановке.....	61
Режим ближнего боя – Вертикальное сканирование (ВС) .....	63
Режим ближнего боя – ОПТ - СТРОБ .....	64
Режим ближнего боя - ШЛЕМ .....	65
Режим ближнего боя – Фи0.....	66
Режим применения ВПУ .....	67
Режим “Воздух-Земля” .....	69
Неподвижная сетка прицела .....	71
<b>СТАНЦИИ АКТИВНЫХ ПОМЕХ (САП) .....</b>	<b>72</b>
Станция активных помех СПС-171 Сорбция.....	72
<b>ВООРУЖЕНИЕ .....</b>	<b>75</b>
УПРАВЛЯЕМЫЕ РАКЕТЫ ВОЗДУХ-ВОЗДУХ.....	75
РАКЕТЫ ВОЗДУХ-ВОЗДУХ ИЗ АРСЕНАЛА Су-27 .....	78
Ракета средней дальности Р-27 (АА-10).....	78
Ракета малой дальности Р-73 (АА-11) .....	81
ОРУЖИЕ КЛАССА ВОЗДУХ-ПОВЕРХНОСТЬ .....	85
Свободнопadaющие бомбы .....	85
Неуправляемые авиационные ракеты (НАР).....	90
<b>РАДИОСООБЩЕНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ .....</b>	<b>96</b>
РАДИОКОМАНДЫ .....	96
РАДИОСООБЩЕНИЯ .....	112
СООБЩЕНИЯ РЕЧЕВОГО ИНФОРМАТОРА .....	114
<b>ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА.....</b>	<b>117</b>
ПРИБОРНАЯ ВОЗДУШНАЯ СКОРОСТЬ И ИСТИННАЯ ВОЗДУШНАЯ СКОРОСТЬ .....	117
ВЕКТОР СКОРОСТИ .....	117
УКАЗАТЕЛЬ УГЛА АТАКИ .....	118
УГЛОВАЯ СКОРОСТЬ РАЗВОРОТА И РАДИУС ВИРАЖА.....	118
СКОРОСТЬ РАЗВОРОТА.....	120

УСТАНОВИВШИЙСЯ И НЕУСТАНОВИВШИЙСЯ РАЗВОРОТ .....	121
УПРАВЛЕНИЕ ЭНЕРГИЕЙ .....	122
<b>РЕАЛИЗАЦИЯ СУ-27 В СИМУЛЯТОРЕ.....</b>	<b>124</b>
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТОМ.....	124
Продольный канал.....	124
Поперечный канал.....	126
Путевой канал.....	129
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СОПЛОМ .....	131
ОГРАНИЧИТЕЛЬ ПРЕДЕЛЬНЫХ РЕЖИМОВ (ОПР) .....	132
ТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА.....	132
ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ СИСТЕМА.....	133
<b>ПРОЦЕДУРЫ .....</b>	<b>136</b>
Запуск двигателя на земле .....	136
Останов двигателя .....	137
Автоматический запуск в полете.....	137
ПРИМЕНЕНИЕ ОРУЖИЯ.....	138
Дальний ракетный бой .....	138
Ближний маневренный бой .....	141
Применение оружия класса “воздух-поверхность” .....	146
<b>ПРИЛОЖЕНИЕ .....</b>	<b>149</b>
СПИСОК ТЕРМИНОВ И СОКРАЩЕНИЙ .....	149

## ВВЕДЕНИЕ

Су-27, кодовое обозначение НАТО — Фланкер, один из столпов современной боевой авиации России. Созданный, чтобы противостоять американскому Ф-15 «Игл», Су-27 является двухдвигательным, сверхзвуковым, высокоманевренным истребителем завоевания превосходства в воздухе. Су-27 способен в равной степени поражать цели, как за границей визуальной видимости, так и в ближнем бою, что является следствием его поразительной маневренности на малой скорости и больших углах атаки. Используя свой радар, квантовую оптико-локационную станцию, которая незаметно обнаруживает противника, а также систему сопровождения целей, Су-27 поражает вражеские самолеты радиолокационными и тепловыми управляемыми ракетами. В арсенале у Фланкера находится система нацеленного целеуказания, которая дает возможность захватить цель, просто посмотрев на нее! В дополнение к мощным средствам по борьбе с воздушными целями, Су-27 может быть вооружен широкой номенклатурой бомб и неуправляемых ракет, что позволяет ему выполнять второстепенную роль ударного самолета.

Су-27 для DCS World сфокусирован на легкости применения, без интерактивной кабины, что существенно уменьшает время необходимое на обучение. Для управления самолетом и его системами используется клавиатура и джойстик, что позволяет сконцентрироваться на самых важных процедурах при выполнении задания.



**Рисунок 1: Су-27**



# ИСТОРИЯ САМОЛЁТА



# ИСТОРИЯ САМОЛЁТА

Су-27 является одноместным сверхзвуковым истребителем четвертого поколения и одним из лучших боевых самолетов XX века. Из-за превосходных летных и эксплуатационных характеристик самолет по праву заслужил добрую славу среди летчиков и техников. Непревзойденные пилотажные возможности самолета, продемонстрированные им во время многочисленных авиашоу по всему миру, просто не оставили равнодушных. Су-27 находится вверху списка рекордов Международной авиационной федерации. До настоящего времени Су-27 продолжает удерживать 27 мировых авиационных рекордов. Кроме того, Су-27 является праотцом целого семейства боевых самолетов различного назначения, включая учебно-боевой истребитель Су-27УБ, палубный истребитель Су-33, семейство двухместных многофункциональных истребителей Су-30, тактический бомбардировщик Су-34 и глубоко модернизированный истребитель Су-35.

Чтобы достичь столь впечатляющих результатов, необходимо было проделать долгий и тернистый путь. Создание истребителя в его современном облике, с летно-тактическими характеристиками, которые требовались для защиты воздушного пространства страны, а также характеристиками, которые устроили бы заказчика, стало возможным только благодаря огромным усилиям, проделанным множеством инженеров, конструкторов, ученых, исследователей, летчиков и испытателей. Наибольший вклад в разработку Су-27 внесли коллективы конструкторов ОКБ Сухого и Авиационного завода в Комсомольске-на-Амуре (КНААЗ) имени Ю. Ю. Гагарина. Такие предприятия как НПО Люлька-Сатурн, НИИП г. Жуковский и МКБ Вымпел разработали для самолета двигательную установку, радиолокационный и ракетный комплекс соответственно. В дополнение к предприятиям, перечисленным выше, Су-27 разрабатывался множеством НИИ, включая ЦАГИ (Центральный аэродинамический институт), ЦИАМ (Центральный институт приборостроения), ГосНИИАС (Государственный научно-исследовательский институт авиационных систем), ЦНИИ (Центральный научно-исследовательский институт), а также рядом других, разработавших и воплотивших в жизнь множество систем самолета. Данная глава посвящена некоторым моментам истории истребителя Су-27, истории, которая началась 40 лет назад.

## Программа перспективного фронтового истребителя

В 1969 г. коллектив конструкторов машиностроительного завода (МЗ) Кулон, возглавляемый Павлом Осиповичем Сухим, в инициативном порядке начал прорабатывать облик перспективного истребителя нового поколения для ВВС и ПВО СССР. К середине семидесятых в кооперации с несколькими НИИ был сформирован общий проект нового истребителя: высокоманевренный истребитель с большой практической дальностью полета, мощным арсеналом средств поражения и совершенным навигационным и прицельным оборудованием, что позволило бы в перспективе летчику эффективно вести ракетный бой вне визуальной видимости и ближний маневренный бой. Новый истребитель должен был обладать превосходными летно-тактическими характеристиками, причем по ряду характеристик он должен был превосходить своего ближайшего аналога – американский истребитель Ф-15, на который военное руководство США возлагало большие надежды. В целом, программа ПФИ являлась ответом на программу разработки истребителя Ф-15 за океаном. ОКБ планировало внедрить множество инноваций в перспективный истребитель, впоследствии получивший обозначение Т-10.

В 1970 г. ОКБ Сухого разработало первый вариант планера, главной особенностью которого стала интегральная аэродинамическая компоновка. Планер самолета должен был выполняться в виде единого несущего корпуса с плавным сопряжением крыла и фюзеляжа. Самолет должен был иметь два турбореактивных двигателя, установленных в изолированных мотогондолах, и двухкилевое оперение. Интегральная схема обеспечивала существенное повышение аэродинамического качества и предоставляла больший внутренний объем для размещения топливных баков и различного оборудования. Чтобы достичь высоких летных характеристик в широком диапазоне скоростей и высот, истребитель получил крыло оживальной формы с развитым корневым наплывом. По расчетам конструкторов, корневой наплыв должен был обеспечивать требуемые несущие свойства корпуса при смещении аэродинамического фокуса самолета на сверхзвуковой скорости; подобный наплыв генерировал вихревые жгуты, повышающие эффективность крыльев, управляющих поверхностей и хвостовой части самолета. В тоже время ОКБ Сухого разработало вариант планера традиционной схемы (в качестве запасного), без интегральной компоновки, с двигателями, расположенными в задней части фюзеляжа, двумя боковыми воздухозаборниками и двухкилевым вертикальным оперением. В 1972 г. оба варианта были представлены научно-техническому совету ВВС для анализа и оценки. В рамках программы ПФИ совет должен был рассмотреть в общей сложности три аванпроекта, представленных ОКБ Сухого, Микояна и Яковлева.



**Рисунок 2: Первый прототип Т-10-1**

По результатам тщательного анализа всех представленных вариантов, ОКБ Сухого и Микояна получили карт-бланш на углубленную проработку своих аванпроектов. Будущий Су-27 (Т-10) должен был воплотиться в качестве тяжелого многофункционального ПФИ, в то время как МиГ-29 должен был стать более простым и дешевым легким ПФИ. Таким образом, выстраивалась концепция истребительного парка состоящего из тяжелых и легких машин, аналогичная концепция создавалась в это же время в США. Среди основных боевых задач, которые должны были решать перспективные истребители, были: возможность поражать воздушные цели на средних и ближних дистанциях, возможность перехватывать воздушные цели в переднюю и заднюю полусферу на фоне земли и неба, а в качестве второстепенной задачи: возможность поражать наземные цели неуправляемыми средствами в условиях визуальной видимости. Су-27, имевший большой запас топлива и ракет, более сложное навигационное и связанное



оборудование, а также улучшенную бортовую систему самообороны, должен был действовать автономно, в составе воздушной группы, далеко за линией соприкосновения с противником, проникая на оперативно-тактическую глубину до 250-300 км. Легкий и дешевый МиГ-29 должен был действовать на глубину только в 100-150 км над территорией противника. Ожидалось, что система управления вооружением Су-27 позволит ему на равных противостоять с Ф-15, наиболее совершенным истребителем того времени, который представлялся вероятным противником будущего ПФИ, также Су-27 должен был успешно бороться менее совершенным, но многочисленным истребителям, таким как: YF-17, YF-16 и J-6. В дальнейшем самолет должен был поступить на вооружение ПВО СССР, после соответствующего переоснащения и перевооружения.



**Рисунок 3: Крыло Т-10-1**

В 1972 г., после уточнения требований к фронтовому истребителю 70-х, ОКБ Сухого приступило к углубленной проработке аванпроекта, а затем созданию эскизного проекта самолета Т-10. В период с 1970 по 75 год было проработано более 15 схем будущего истребителя. Схемы варьировались не только в выборе аэродинамической компоновки (интегральной – классической), но и компоновки отдельных частей самолета: расположение двигателей и воздухозаборников, оптимальная схема шасси, система управления. В конце концов, предпочтение было отдано интегральной статически неустойчивой схеме. Су-27 должен был стать первым советским статически неустойчивым самолетом с балансировкой в продольном канале с помощью системы дистанционного управления (СДУ). Принятие концепции продольной статической неустойчивости (другими словами "электронной



неустойчивости“) сулило ряд преимуществ: для балансировки самолета на больших углах атаки требовалось отклонение стабилизатора носком вверх, при этом его подъемная сила складывалась с подъемной силой крыла, что давало существенное повышение несущих свойств истребителя при незначительном росте сопротивления. Благодаря использованию интегральной, статически неустойчивой схемы, Су-27 должен был обрести отличные маневренные характеристики недоступные самолетам классической схемы, а также большую дальность полета без использования подвесных баков (до 4000 км). В мире еще не было серийных истребителей, которые могли похвастаться подобными характеристиками.

Аэродинамическая компоновка прототипа была произведена по нормальной схеме: горизонтальное оперение размещалось за крыльями на внешней стороне мотогондол. Самолет имел два киля, установленных без развала на мотогондолах. Управление самолетом осуществлялось с помощью элеронов, рулей направления и цельноповоротных стабилизаторов, консоли которых могли отклоняться дифференциально. Механизация крыла включала в себя поворотные закрылки. Для обеспечения оптимальных условий работы силовой установки, воздухозаборники размещались под центропланом и регулировались подвижными панелями. Радар размещался в радиопрозрачном носовом обтекателе, при этом летчик имел хороший круговой обзор.



**Рисунок 4: Т-10-3**

Вооружение Су-27 должно было состоять из 30 мм скорострельной пушки, управляемых ракет воздух-воздух средней дальности К-27 и ракет малой дальности К-73 или К-14. Аналогичное вооружение должно было стать стандартом для будущего МиГ-29. Единственным отличием номенклатуры воздух-воздух являлось количество подвешиваемых ракет: на МиГ-29 можно было подвесить 6 ракет, включая две К-27, тогда как Су-27 имел возможность брать на борт 8 ракет, включая 4 К-27, а также ракеты К-27Е, модернизированный вариант К-27 с увеличенной дальностью полета.

Встроенная СУВ обоих истребителей была унифицирована и, впервые в истории авиации, включала два прицельных канала дополняющих друг друга – радиолокационный прицельный комплекс и оптикоэлектронную прицельную систему. Прицельный комплекс Су-27 отличался более высокими характеристиками. РЛС самолета, получившая обозначение Н001, была создана в НИИ Фазотрон под руководством Виктора Гришина. Оптикоэлектронная система ОЛС-27, включавшая в себя обзорно-следающий тепловизор и лазерный дальномер, была разработана ЦКБ Геофизика под руководством главного конструктора Д. Хорола.

Самолет имел классическое трехопорное шасси, с вынесенной вперед носовой опорой. Элементы передней стойки шасси располагались под кабиной пилота. Основные стойки убирались с поворотом вперед, в ниши центральной части фюзеляжа, при этом передние створки ниш выполняли роль тормозных щитков.

Силовая установка самолета включала два мощных и в тоже время экономичных двухконтурных двигателя АЛ-31Ф, дававших по 12500 кг тяги каждый. Двигатели были разработаны НПО Сатурн, возглавляемым в то время Архимом Михайловичем Люлькой, и должны были иметь тяговооруженность на взлете более единицы. Низкое потребление топлива с практически 8 тонным запасом, заполнявшим большую часть внутреннего пространства планера, должно было обеспечить требуемую практическую дальность полета.



**Рисунок 5: Т-10-1 в центральном музее ВВС РФ в Монино**

К 1975-76 гг. работы по эскизному проектированию Су-27 были завершены, и, после выпуска рабочих чертежей, было инициировано строительство первых прототипов на заводе Кулон. К сожалению, Павел Осипович Сухой не смог увидеть рождение нового истребителя – он умер в 1975 г. ОКБ, получившее его имя, возглавил первый заместитель Сухого Евгений Иванов. В 1976 г. руководителем программы Су-27 был назначен Михаил Петрович Симонов. Строительство первого прототипа, получившего обозначение Т10-1, было завершено в начале 1977 г. Из-за неготовности двигателей АЛ-31Ф на прототип были установлены ТРДФ АЛ-21Ф-ЗАИ - модифицированная версия проверенных временем серийных ТРДФ АЛ-21Ф-3, которые широко применялись на других самолетах ОКБ Сухого (Су-17, Су-24 и их модификациях). После проведения необходимых наземных проверок и скоростных рулежек, все было готово для первого полета. 20 мая 1977 г. шеф-пилот ОКБ Сухого Владимир Илюшин поднял Т10-1 в воздух. В дальнейшем первый прототип использовался для оценки летных характеристик, таких как устойчивость и управляемость.

Второй прототип под обозначение Т10-2 был готов в 1978 г., однако его жизнь оказалась недолгой. 7 июля 1978 г. он потерпел катастрофу во время испытательного полета, в результате которой погиб летчик-испытатель Евгений Соловьев. Катастрофа произошла из-за

попадания самолета в тогда ещё неисследованную область резонансных режимов "раскачки" в продольном канале с возрастающей амплитудой при полете на сверхзвуковой скорости, вследствие чего самолет вышел на запредельную перегрузку и разрушился в воздухе. Развитие аварийной ситуации было столь скоротечной, что опытный пилот, Заслуженный летчик-испытатель, Герой Советского Союза Е. Соловьев не успел катапультироваться. Расследование причин катастрофы позволило установить обстоятельства трагедии и внести соответствующие изменения в конструкцию самолета.

В течение 1978 г. на Дальневосточном машиностроительном заводе им. Гагарина шла подготовка к выпуску установочной партии Су-27. В это же время на МЗ им. Сухого началась сборка ещё двух прототипов. В отличие от первых двух, новые самолеты должны были оснащаться ТРДДФ АЛ-31Ф. Вес нового двигателя составлял 500 кг, при более низком потреблении топлива его тяга была на 12% выше, чем у предшественника. По сравнению с ТРДФ АЛ-21-3, новый двигатель имел меньший диаметр и длину, а сопла двигателей оснащались системой управления. 23 августа 1979 г. впервые поднялся в воздух под управление Илюшина прототип Т10-3, а два месяца спустя Т10-4. На первых порах прототипы использовались для летной отработки новых двигателей, затем Т10-3 был доработан для исследовательских полетов на испытательном полигоне Нитка, в интересах создания корабельной модификации Су-27.

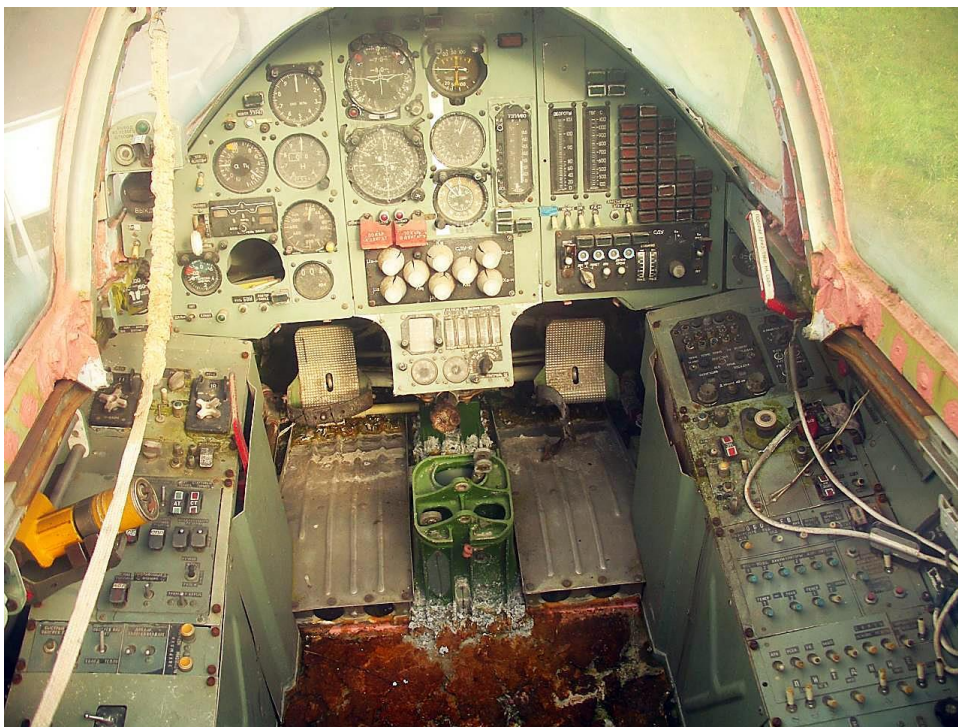


Рисунок 6: Кабина Т-10

К началу 80-х уже три прототипа (Т10-1, Т10-2 и Т10-3) внесли свой вклад в программу испытаний Су-27, в тоже время ожидалось поступление первых предсерийных самолетов. Казалось, все шло по графику и новый самолет должен был поступить на службу буквально через пару лет, однако против запуска в серию возражал главный конструктор Симонов, а также специалисты из Сибирского научно-исследовательского института авиации (СибНИИА), где проводились аэродинамические исследования по программе Су-27. Согласно заключению специалистов СибНИИА, на стадии разработки самолета было допущено несколько ошибок. Комбинация выбранной формы крыла и корневого наплыва послужила причиной преждевременного разделения вихревого потока: неустойчивого воздушного потока в районе крыла, который возникало уже при угле атаки 8-10 градусов, что приводило к уменьшению несущих свойств планера, тряске и снижению устойчивости в поперечном канале. Компоновка хвостовой части самолета, разработанная для Т10, не могла обеспечить требуемую эффективность поверхностей управления в продольном канале, а также эффективность органов поперечной и путевой устойчивости. Продувки модели в аэродинамической трубе СибНИИА, выполненные в 75-76 гг., показали, что без устранения выявленных недостатков создание высокоманевренного истребителя практически невозможно.



**Рисунок 7: Т-10-10 в Авиационно-техническом музее Луганска, Украина**

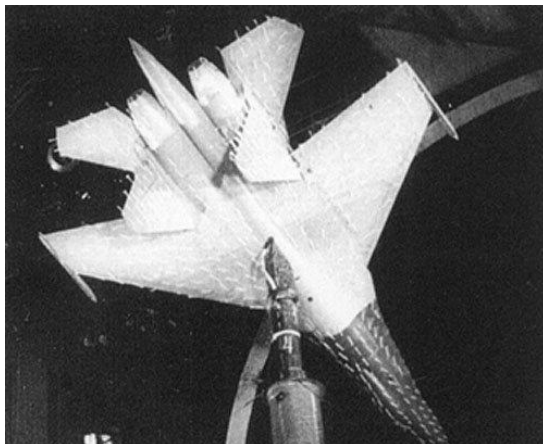
Возникла необходимость коренного пересмотра программы Су-27. Такие ключевые элементы планера как форма и площадь крыла, конфигурация корневого наплыва, а также расположение органов горизонтальной и вертикальной устойчивости должны были быть пересмотрены. Руководитель программы Симонов настаивал на радикальной переработке проекта, однако руководство Министерства авиационной промышленности имело иное мнение, предложив запустить истребитель в серию, с последующей доводкой и незначительными доработками. Главный конструктор Е.А. Иванов также не был заинтересован в переработке самолета: слишком большие средства были затрачены на разработку. Вследствие чего, испытания первых Су-27 проходили в конфигурации "первой редакции". В дальнейшем испытания прототипов Т10-1 и Т10-3 подтвердили сомнения экспертов из СибНИИА.



Для того чтобы компенсировать снижение эффективности вертикального оперения, вследствие которого уменьшалась путевая устойчивость, первые самолеты по совету ЦАГИ оснастили крыльевыми гребнями. Однако выяснилось, что гребни снижали несущие свойства планера и уменьшали эффективность корневого наплыва. Испытания Т10 также выявили несоответствие некоторых характеристик техническому заданию, прежде всего по дальности полета. Достигнутая дальность была почти на 20% меньше заданной. Главный конструктор в докладе Министерству авиационной промышленности писал, что ТЗ не было выполнено по двум причинам. Первая состояла в том, что разработчики радиоэлектронного оборудования не укладывались в заданные лимиты. Суммарное превышение массы достигло несколько сотен килограмм, что привело к перетяжелению самолета и смещению его центровки вперед. Вторая заключалась в невыполнении ТЗ разработчиком двигателей: удельное потребление топлива оказалось выше на 5%, а тяговые характеристики ниже. По правде говоря, проблема с повышенным расходом топлива впоследствии была решена: после анализа ТЗ выяснилось, что требования к удельному расходу были завышены и не могли быть выполнены. Несмотря на значительные недостатки, обнаруженные в ходе исследований и испытательных полетов, Иванов надеялся, что самолет можно довести до кондиции посредством незначительных доработок, увеличением количества топлива и т.д. Михаил Симонов, тем не менее, продолжал настаивать на радикальной переработке самолета, к тому же в 1976-77 гг. группа из его подчиненных, совместно с учеными из СибНИИА, разработала самолет новой компоновки, а затем испытала его в аэродинамической трубе. Новая компоновка была лишена многочисленных недостатков предыдущей. Справедливость должна восторжествовать по отношению к М.П. Симонову (который в 1979 г. перешел на работу в министерство и вернулся в ОКБ в качестве главного конструктора в 1983 г.), ему удалось убедить тогдашнего министра авиационной промышленности в необходимости радикальной переработки истребителя, который к тому времени уже проходил испытания. Как показало время, принятое решение оказалось единственно верным, в результате был создан истребитель, который и поныне является одним из лучших в мире. Начав производство Су-27 в новой компоновке, ОКБ Сухого подтвердило свою репутацию одного из мировых лидеров авиационной промышленности, сохранив верность многолетней традиции, никогда не сдавать на вооружение посредственный самолет.

## От Т-10 к Т-10С

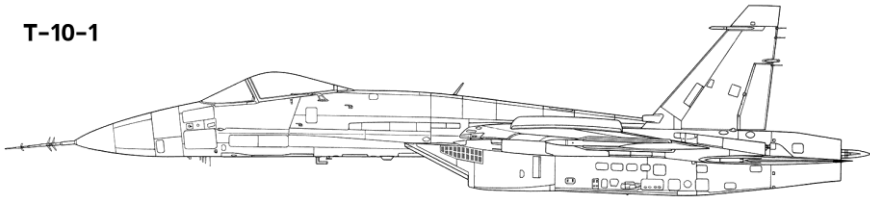
Полномасштабные работы по проектированию истребителя новой компоновки, получившего обозначение Т-10С, начались в 1979 г. Предварительные исследования по поиску пути преодоления недостатков первых прототипов и обеспечения заданных ТЗ характеристик, выполненные в ОКБ и СибНИИА (в СибНИИА этими работами руководил главный аэродинамик института - кандидат технических наук Станислав Тиморкаевич Кашафутдинов), позволили сформулировать основные направления модификации исходной компоновки. По мере проработки новой компоновки, Т-10С все больше отдалялся от исходного прототипа. В конце концов, стало ясно, что конструкторам предстоит создать фактически новый самолет. По словам Симонова, Т-10С унаследовал от предшественника только колеса основных стоек шасси и катапультное кресло. Были сохранены лишь основные принципы, заложенные в самолет ещё П.О. Сухим: интегральная компоновка планера, статически неустойчивая схема, смещенный аэродинамический фокус, СДУ, двигатели, установленные под центропланом в отдельных мотогондолах и т.д.



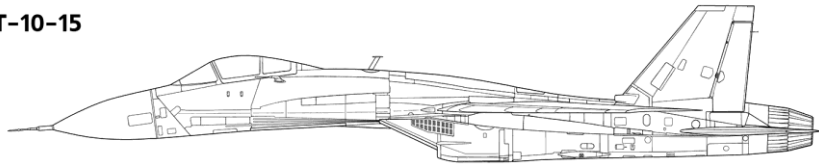
**Рисунок 8: Продувочная модель Т-10-21 (Т-10С) в аэродинамической трубе (СибНИИА)**

Т-10С получил новое крыло с прямолинейной передней кромкой (при сохранении аэродинамической крутки), а также пересмотренную форму корневого наплыва. Оживальные законцовки крыла были заменены на традиционные, с постоянным углом стреловидности по передней кромке. На законцовки теперь могли устанавливаться дополнительные пусковые устройства, что позволило, во-первых, отказаться от противоблатерных грузов, во-вторых, увеличить кол-во ракет на две, доведя, таким образом, максимальное число подвешиваемых ракет до 10. Вместо пусковых устройств могли устанавливаться контейнеры системы постановки помех. Площадь крыла возросла с 59,4 м<sup>2</sup> до 62 м<sup>2</sup>, существенно изменилась механизация крыла: элерон и поворотный закрылок был заменен на единую поверхность управления – флаперон. В переднюю кромку крыла был установлен отклоняемый носок (Т-10 не имел механизации на передней кромке), при этом был обеспечен режим адаптивного отклонения флаперона и носка крыла, реализующий так называемую концепцию полета “по огибающей поляр”. Новое крыло и переработанный корневой наплыв повысили несущие свойства планера, сохраняя пикирующий момент на больших положительных углах атаки, а также существенно расширяя диапазон эксплуатационных углов атаки, что в свою очередь обеспечило удовлетворительную устойчивость в поперечном канале и предотвратило возникновение тряски.

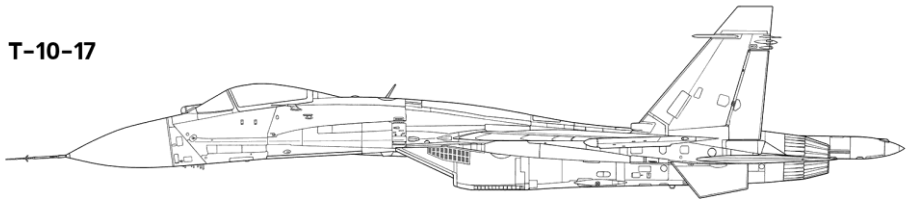
Т-10-1



Т-10-15



Т-10-17

**Рисунок 9: Эволюция Т-10**

Для снижения аэродинамического сопротивления была доработана передняя часть самолета: сечение фюзеляжа в зоне кабины пилота (и перед ней) было уменьшено, также был уменьшен мидель фонаря, при этом несколько увеличилось сечение фонаря в задней части. Кроме того, гаргрот стал сопрягаться с фюзеляжем по всей длине, поперечное сечение гаргрота в зоне центроплана было уменьшено. Центральную хвостовую балку снабдили цилиндрической законцовкой, которая являлась продолжением заднего топливного бака-отсека. Емкость внутренних топливных баков была увеличена до 9,4 тон. Благодаря переносу коробок самолетных агрегатов и агрегатов модифицированного двигателя АЛ-31Ф в верхнюю часть мотогондол, удалось значительно облагородить их внешние обводы, а также уменьшить массу (прототипы Т10-3 и Т10-4 оснащались двигателем АЛ-31Ф с нижним расположением коробок агрегатов). При сохранении общей компоновки воздухозаборников, в новый самолет была введена система защиты двигателей от попадания посторонних предметов, представляющая собой опускающиеся предохранительные сетки. Сетки защищали каналы воздухозаборников на рулении, взлете и посадке. Дополнительно, на нижней поверхности воздухозаборников были оборудованы створки дополнительной подпитки.



**Рисунок 10: Т-10-17 с 10 ракетами**

Переработав хвостовую часть, удалось повысить эффективность соответствующих поверхностей управления, улучшив, таким образом, путевую и поперечную устойчивость. Вертикальное двухкилевое оперение разнесли широко в стороны и разместили на силовых балках, по обеим сторонам мотогондол. При этом для килей было найдено оптимальное место в вихревой системе, генерируемой корневым наплывом и консолями крыла. В результате значительно улучшилась путевая устойчивость и управляемость самолета при полете на больших углах атаки и скольжении. Для улучшения путевой устойчивости и противотопопных характеристик Т-10С оснастили дополнительными подбалочными гребнями. Установка вертикального оперения на хвостовые балки позволила увеличить площадь оперения, а также разместить гидравлические приводы консолей стабилизатора в аэродинамической тени за киллями. Изменилась форма в плане горизонтального оперения, при этом смещения полуосей вращения стабилизаторов, позволило отказаться от противоблаттерных грузов, применявшихся на Т-10. Тормозные щитки, в качестве которых использовались передние створки основных ниш шасси, не прошли испытание из-за возникающей тряски горизонтального оперения при их выпуске. Вместо них за кабиной пилота был установлен безмоментный тормозной щиток большой площади.

Шасси также было переработано: основные стойки шасси снабдили косою осью вращения, которая позволила упростить конструкцию основных опор, сделав возможным уборку шасси в центроплан без ломающего подкоса, что позволило уменьшить поперечное сечение несущего тела в зоне ниш посадочного шасси. Носовая стойка шасси была усилена и сдвинута на 3 метра назад, что улучшило маневренность самолета на земле и уменьшило вероятность попадания посторонних предметов в каналы воздухозаборников во время руления, взлета и посадки. В целом, изменения в компоновке истребителя позволили снизить мидель несущего тела на 15%, снизив таким образом аэродинамическое сопротивление на дозвуковых и сверхзвуковых скоростях до 18-20%. Вместе с увеличением несущих свойств планера и улучшением характеристик поперечной и путевой устойчивости, а также управляемости по всем трем каналам на любом режиме полета, данные меры позволили реализовать отличную маневренность, в особенности на больших углах атаки, а также добиться требуемой ТЗ дальности полета.



## Испытания

В 1980 г., когда на машиностроительном заводе им. Сухого шли работы по сборке прототипов самолета новой компоновки, на заводе в Комсомольске-на-Амуре завершилось производство первых самолетов установочной партии Су-27. В конструктивном плане они почти полностью соответствовали прототипам Т10-1 и Т10-2, с одной лишь разницей – килевое оперение было установлено с некоторым развалом, как у Т10-3. Силовая установка при этом оставалась прежней: ТРДФ АЛ-21Ф-3АИ. Несмотря на тот факт, что самолеты установочной партии имели мало общего с будущим серийным Су-27, от их достройки решили отказаться, а готовые самолеты использовать для отработки и доводки системы управления оружием и другого оборудования на время изготовления и начальных летных испытаний первых Т-10С. Первый самолет установочной партии был готов в июле 1980 г., самолет получил обозначение Т10-5. В том же году были собраны прототипы Т10-6 и Т10-9 (числа 7 и 8 были зарезервированы для первых Т10С). В 1981 г. на заводе в Комсомольске-на-Амуре была закончена сборка ещё двух истребителей: Т10-10 и Т10-11, доведя, таким образом, численность новых летных экземпляров до пяти. Для отличия от будущих серийных машин они именовались “Су-27 типа Т10-5”. По состоянию на 1982 г. было изготовлено девять самолетов исходной компоновки и одни для статических испытаний, включая самолеты, собранные на МЗ им. Сухого.

В начале 1981 г. завод им. Сухого завершил сборку первого образца истребителя в компоновке Т10С, получившего обозначение Т10-7 (или Т10С-1), а в апреле 1981 г. самолет совершил первый полет под управлением летчика-испытателя В.С. Илюшина. Также в 1981 г. были построены статический (Т10-8 или Т10С-0) и второй летный экземпляры, имевшие новую компоновку. В 1981 г. главным конструктором программы Су-27 был назначен Алексей Иванович Кнышев, который и поныне руководит всеми работами по теме Су-27. Т10-7 и Т10-12 использовались для определения основных летно-технических характеристик истребителя новой компоновки, а также для оценки работы новой силовой установки с верхним расположением коробок агрегатов двигателей. Однако обоим самолетам не суждено было прожить долгую жизнь. 3 сентября 1981 г. из-за неисправности в топливной системе был потерян Т10-7. Илюшин вынужден был катапультироваться, прежде чем его самолет с практически пустыми топливными баками упал на землю и превратился в огненный шар. А 23 декабря 1981 г. во время испытательного полета на максимальную скорость потерпел катастрофу Т10-12, в процессе торможения самолет вошел в неуправляемое вращение. Произошло разрушение головной части фюзеляжа, самолет развалился в воздухе, пилотировавший его летчик-испытатель Александр Комаров погиб.

Причины катастрофы выяснить не удалось, пока в 1983 г. в аналогичную ситуацию не попал летчик-испытатель Николай Садовников, осуществлявший пилотирование одного из первых серийных Су-27 – Т10-17. Во время выполнения низковысотного полета на большой скорости произошло разрушение части консоли крыла, при этом обломки повредили вертикальное оперение. Лишь благодаря большому мастерству летчика (впоследствии Героя Советского Союза и мирового рекордсмена) полет завершился благополучно. Садовников посадил поврежденный самолет без большей части консоли крыла и обрубленным килем, предоставив, таким образом, конструкторам машины бесценную информацию. Позднее было установлено, что причиной аварии стал неправильно рассчитанный шарнирный момент, возникающий при отклонении поворотного носка крыла на некоторых режимах полета.

В срочном порядке в конструкцию самолета были внесены изменения, включавшие усиление планера и крыла, а также разработку носков меньшей площади.



**Рисунок 11: Т-10-17 во время испытательного полета**

В 1982 г. к программе испытаний присоединились первые самолеты новой компоновки, собранные на заводе в Комсомольске-на-Амуре: Т10-15 (позже переоборудованный в рекордный самолет П-42), Т10-16 и упомянутый выше Т10-17. Облет первого серийного Су-27 произошел 2 июня 1982 г. На следующий год КНААЗ поставил еще девять самолетов, с обозначениями: Т10-18, Т10-20, Т10-21, Т10-22, Т10-23, Т10-24, Т10-25, Т10-26 и Т10-27, большинство из которых приняло участие в государственных совместных испытаниях (ГСИ), происходивших одновременно с развертыванием серийного производства и освоением самолета в строевых частях. Также стремительными темпами продолжалась работа над установочной партией Т10-5. По результатам испытаний в конструкцию были внесены значительные изменения. Так, головная часть самолета и крыло были усилены, вместе с тем, выпущенные ранее истребители оснащались дополнительными внешними прочностными накладками, а вновь строящиеся имели усиленный силовой набор и панели обшивки. Изменилась форма законцовок вертикального оперения, были упразднены весовые балансиры, ранее устанавливавшиеся на киях. После доработок подвижная часть фонаря стала смещаться вверх-назад (ранее она скользила назад), а за подголовником кресла был установлен дополнительный металлический переплет. Для установки блоков выброса пассивных помех была увеличена длина и высота "ласта" – отсека хвостовой части фюзеляжа, между центральной балкой и мотогондолами. Законцовки крыла также подверглись изменению для установки на них контейнеров станции активных помех.

В 1984 году первые строевые Су-27 были переданы вооруженным силам, уже к концу следующего года в части ВВС и ПВО СССР поступило более сотни истребителей, массово заменяя истребители старых типов. В середине 80-х были завершены ГСИ самолета. Их результаты свидетельствовали о том, что был создан выдающийся истребитель, не имеющий себе равных в маневренности, дальности полета и боевой эффективности. Однако некоторые системы бортового радиоэлектронного оборудования (БРЭО) требовали дополнительных испытаний, которые должны были проходить после завершения ГСИ. После отладки БРЭО самолет был официально принят на вооружение ВВС и ПВО СССР в 1990 г.



**Рисунок 12: Т-10-33**

Из-за того факта, что новый самолет значительно отличался от остальных советских истребителей по летно-техническим характеристикам и составу оборудования: СУВ, навигационного и прочего оборудования, возникла необходимость в создании двухместной учебно-боевой модификации, получившей обозначение Су-27УБ. Предполагалось, что учебный истребитель унаследует весь состав БРЭО и вооружения одноместной машины, что позволит использовать его как эффективный боевой самолет. К тому же, из-за большого объема топлива на борту, а, следовательно, и большой дальности полета, двухместный вариант рассматривался как предпочтительный.

Коллектив ОКБ Сухого приступил к проектированию Су-27УБ (заводской шифр - Т-10У) еще в конце 70-х годов до начала испытаний истребителя новой компоновки. Перед конструкторами стояла задача обеспечить высокую степень унификации БРЭО двухместного и одноместного

варианта, при сохранении превосходных маневренных характеристик. В 1980 г. был готов эскизный проект. Аэродинамическая компоновка в целом повторяла компоновку одноместной модификации. Главные отличия заключались в конструкции носовой части и вертикального оперения увеличенной площади, которое должно было сохранить путевую устойчивость на прежнем уровне. Чтобы обеспечить хороший обзор с места заднего пилота, его подняли относительно переднего. Для удобства эксплуатации и безопасного покидания самолета обе кабины оборудовали единой, открывающейся вверх-назад подвижной частью фонаря. Размещение рабочего места заднего летчика выше переднего потребовало внести изменения в форму гаргрота над первым топливным баком и центропланом, вследствие чего у самолета появился характерный горб. Однако это позволило сохранить компоновку и конструкцию носового шасси, а также высвободить место для двух боковых отсеков под кабиной второго пилота, в которые было установлено дополнительно радиоэлектронное оборудование. При этом удалось избежать сокращения запаса топлива и удлинения фюзеляжа. Каждый киль двухместной модификации состоял из соответствующей консоли одноместного истребителя и проставки в 420 мм, которая увеличила площадь до 1,55 м<sup>2</sup>.

## 41 рекорд Су-27

Позже, в 1986 г., в прессе появились сведения о новом рекорде скороподъемности, установленном советским истребителем П-42. 27 октября 1986 года, летчик В.Г. Пугачев достиг высоты 3000 метров за 25,4 с, а 15 ноября высоты 6000, 9000, и 12000 метров за 37.1, 47.0 и 58,1 с соответственно, улучшив, таким образом, продержавшийся десятилетие рекорд американского летчика Р. Смита, выступавшего на истребителе Ф-15. Рекорды были установлены сразу в двух категориях – в классе реактивных самолетов и в классе служебных самолетов массой 12-16 т. Последнее обстоятельство вызвало большое удивление среди экспертов, которые все же достаточно быстро поняли, что под шифром П-42 кроется истребитель Су-27. Дело в том, что 20 тонный истребитель было проблематично вписать в разряд самолетов массой до 16 т. Позднее стало известно, что взлетный вес самолета, указанный в протоколах ФАИ, составлял 14100 кг, что на две тонны выше, чем вес пустого Су-27. Все оказалось несколько проще: для рекордных полетов в МЗ им. Сухого приняли решение использовать один из первых серийных Су-27 – Т10-5, завершивший к тому времени отведенную для него программу испытаний. По словам генерального конструктора Симонова, необычное обозначение самолет получил следующим образом: "Назвали его П-42 как дань памяти совершенному в ноябре 1942 г, великому перелому в Сталинградской битве. Тогда, при защите Волжской твердыни, советская авиация сыграла большую роль в разгроме врага". С самолета сняли лишнее оборудование: СУВ, РЛС и оптико-электронную станцию, дабы вписаться в заданные весовые ограничения. Кроме того, укоротили центральную хвостовую балку, уменьшили площадь килей, а тормозной парашют и подбалочные гребни удалили вовсе; также была закинута механизация крыла, а радиопрозрачный конус РЛС заменен на более легкий – металлический. Были предприняты и другие меры по уменьшению взлетной массы. Для проведения рекордных полетов в самолет заливали ограниченное количество топлива, которого хватало только на взлет, выполнение задачи и посадки. Конструкторам удалось форсировать двигатели, тяга каждого возросла на 1000 кгс (в протоколе ФАИ указывались двигатели Р-32, с тягой по 13600 кгс каждый). Данные меры позволили добиться уникального соотношения тяги к весу самолета на взлете, равной почти двум единицам. Благодаря этому истребитель мог разогнаться и преодолевать звуковой барьер даже в режиме вертикального набора высоты.



**Рисунок 13: Рекордный самолет П-42**

Однако большая тяговооруженность самолета породила своеобразную проблему: тормоза не могли удержать самолет на старте, при выходе двигателей на форсажный режим. В связи с этим было реализовано оригинальное решение: самолет удерживался мощным гусеничным тягачом с помощью буксирного троса и специального электронного замка, при этом для защиты от раскаленных газов из двигателей самолета тягач закрывался массивной бронеплитой. Тягач выезжал на взлетно-посадочную полосу и удерживал самолет от преждевременного движения своим внушительным весом. В нужный момент замок освобождал самолет от троса, включались камеры и секундомеры, и самолет совершал стремительный бросок к достижению новых мировых рекордов. Работы по рекордному самолету велись под руководством ведущего инженера (позже главного конструктора) Р.Г. Мартиросова. 10 марта 1987 г. самолет, пилотируемый летчиком-испытателем Н.Ф. Садовниковым, улучшил собственный рекорд сороподъемности на три секунды, достигнув высоты 9 и 12 км за 44,2 и 55,5 с. На следующий день истребитель выступал в классе самолетов короткого взлета и посадки (СКВП). Были получены результаты набора высот 3, 12 и 15 км – 25,4, 57,4, 75,7 секунд соответственно. 10 июня 1987 г. П-42 установил рекорд высоты в горизонтальном полете в классе СКВП. Была достигнута высота полета в 19335 м. Последним официальным рекордом, установленным В.Г. Пугачевым, является достижение высоты 15 км с 1000 кг грузом за 81,7 секунды. В общей сложности в период 1986-1988 г. самолет установил 27 мировых авиационных рекордов, а спустя несколько лет еще 14. При этом В.Г. Пугачев, Н.Ф. Садовников, О.Г. Цой и Е.И. Фролов получили дипломы мировых рекордсменов.

## На вооружении

Поступление Су-27 в боевые части началось в 1984 г. Еще на стадии разработки было принято решение, что самолет подобного класса должен состоять на вооружении истребительных авиаполков (ИАП) двух типов: ВВС и ПВО. Предполагалось, что в составе ВВС и ПВО будет находиться практически один и тот же самолет, при этом создание отдельных модификаций для разных родов войск не рассматривалось. Довольно примечательно, что ранее советские истребители имели, как правило, одного "хозяина", например, истребители МиГ-21 состояли на вооружении исключительно ИАП ВВС, тогда как Су-9, Су-11, Су-15, Ту-128 и МиГ-25П эксплуатировались в авиаполках ПВО.



Единственным истребителем, одновременно состоявшим на вооружении ВВС и ПВО, был МиГ-23. Однако в этом случае не обошлось без создания специализированных модификаций: МиГ-23П для ПВО и МиГ-23М для ВВС. Стоит заметить, что данные истребители существенно отличались по составу СУВ и дальности применения оружия. Аналогичная ситуация возникла с тактическим истребителем МиГ-29, который начал поступать в ИАП ВВС, тогда как ПВО получали МиГ-31. Таким образом, Су-27 становился первым отечественным самолетом способным эффективно действовать как в качестве истребителя завоевания превосходства в воздухе, так и в качестве перехватчика. Подобная многофункциональность обеспечивалась отличной СУВ, вооружением, а также превосходными летно-тактическими характеристиками. Истребители, находившиеся в составе ИАП ВВС, иногда обозначались как Су-27С, в то время как истребители ПВО – Су-27П. В целом, данные машины были практически идентичны, отличались лишь управления МО, курировавшие закупки соответствующих истребителей (в этом и заключалась разница в обозначении, которая, впрочем, не прижилась).



**Рисунок 14: Самолеты Су-27 на авиабазе Килпъявр (Кольский полуостров)**

Первыми новый истребитель получили авиаполки, базировавшиеся на Дальнем востоке. Там же находился завод, осуществлявший серийное производство, что позволяло быстро выявлять и решать технические проблемы, которые неизбежно возникают в начале эксплуатации нового самолета. По традиции сложилось, что первым новый самолет получали центры боевого применения и переучивания ВВС, где осуществлялась подготовка будущих летчиков-инструкторов, а также вырабатывались рекомендации по пилотированию и боевому применению. Как следует из названия, центры также занимались переобучением строевых летчиков. Вследствие чего истребители сперва были переданы в Центр боевого применения ВВС в Липецке и Центр истребительной авиации ПВО в Саваслейке, а затем в строевые части. В 1990 г. каждый центр эксплуатировал 15-16 самолетов. Позднее, принимаемые на вооружение истребители проходили через другое учебное подразделение – Краснодарское высшее военное училище летчиков (КВВАУЛ).

Согласно протоколу обмена данных в рамках ДОВСЕ, в конце 1990 г. на территории европейской части СССР находилось 367 истребителя Су-27, из которых 138 числилось в составе ВВС, и 229 в составе ПВО. Два ИАП Су-27 из состава ВВС базировались за границей – в Польше, на аэродромах Ключево и Хойна; один ИАП в Украине на аэродроме Миргорода. Самолеты данного типа также эксплуатировались в отдельном смешанном авиаполке в Кубинке, где в 1991 г. на базе 1-ой авиационной эскадрильи была сформирована пилотажная группа Русские Витязи. Позднее, авиационный полк был реорганизован в Центр показа авиационной техники, получивший имя маршала авиации И. Кожедуба.

По два ИАП Су-27 насчитывалось в составе каждой отдельной армии ПВО Ленинграда, Архангельска и Тбилиси (самолеты базировались на аэродромах Вайнеде, Нивенского, Килпявр, Рогачево, Крымска и Гудауты). По оценкам зарубежных экспертов, в начале 90 гг. СССР имел на вооружении приблизительно 600 Су-27 (всех модификаций, не считая одноместные Су-27, базировавшиеся на территории европейской части СССР, данная цифра также включает учебно-тренировочные Су-27УБ и истребители, дислоцировавшиеся за Уралом).



**Рисунок 15: Су-27П на стоянке**

После развала Советского Союза и последовавшего за ним разрыва Варшавского договора отдельные части ВВС и ПВО были передислоцированы и расформированы, в том числе и эксплуатировавшие Су-27. Почти сотня истребителей осталась на территории двух постсоветских республик: Украины и Беларуси. Летом 1992 г. авиаполки бывшего СССР покинули территорию Польши. По мнению зарубежных аналитиков, в начале 1996 г. в боевом составе ВВС РФ насчитывалось около 130 исправных Су-27 и приблизительно 300 на вооружении ПВО. Кроме того, 24 Су-27К вошли в состав палубной авиации ВМФ России, базирующейся на Северном флоте (часть самолетов находится на борту тяжелого авианесущего крейсера Адмирал Кузнецов, тогда как остальные базируются на берегу).

# КОНСТРУКЦИЯ САМОЛЁТА



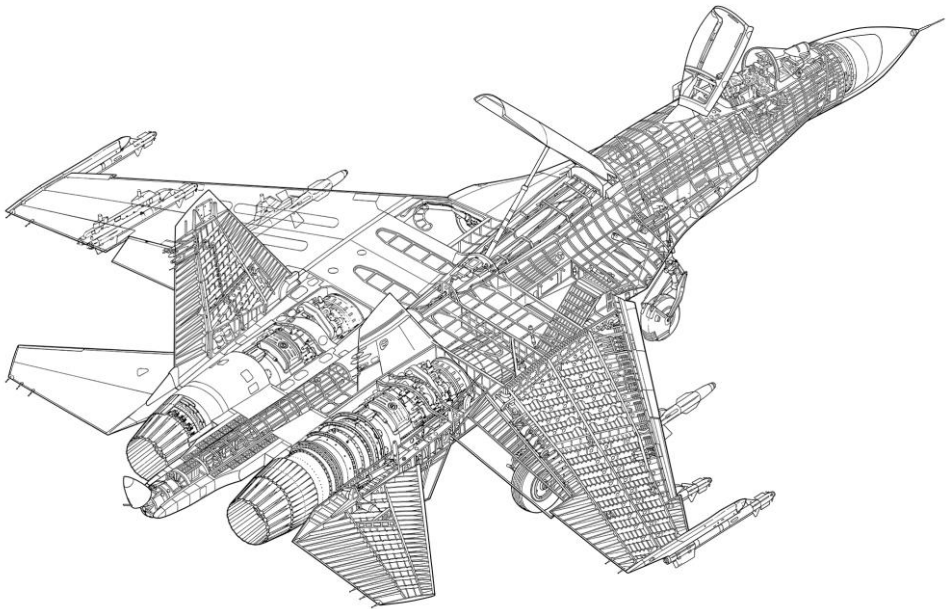


# КОНСТРУКЦИЯ САМОЛЁТА

## Конструктивная компоновка

Ключ к отменным летным характеристикам Су-27 кроется в его аэродинамической компоновке, названной её авторами "интегральной". В подобной компоновке крыло плавно сопрягается с фюзеляжем самолета. В самолете Су-27 среднерасположенное трапецевидное крыло небольшого удлинения соединяется с развитым корневым наплывом, который в свою очередь сопрягается с фюзеляжем, создавая единое несущее тело.

Самолет обладает запасом статической устойчивости близким к нулевому, что предопределило использование системы дистанционного управления (СДУ). Самолет оснащен СДУ-10, которая осуществляет управление в продольном канале, а также повышает аэродинамические характеристики самолета при маневрировании; ограничивает допустимые значения перегрузок и угла атаки и, при необходимости, снижает аэродинамические нагрузки на планер.



**Рисунок 16: Компоновочная схема Су-27С**

Два двухконтурных турбореактивных двигателя с форсажными камерами типа АЛ-31Ф распложены в разнесенных мотогондолах, установленных под несущим телом. Воздухозаборники оснащены подвижными клиньями с регулируемыми панелями.

Су-27 оснащен двухкилевым оперением, расположенным на внешних бортах хвостовых балок, а также подбалочными гребнями. Воздушный щиток находится за кабиной на верхней поверхности центроплана. Трехопорное шасси самолетов Су-27 и Су-27УБ имеет по одному колесу на каждой стойке. На переднем шасси установлен грязезащитный щиток, защищающий двигатели от попадания посторонних предметов.

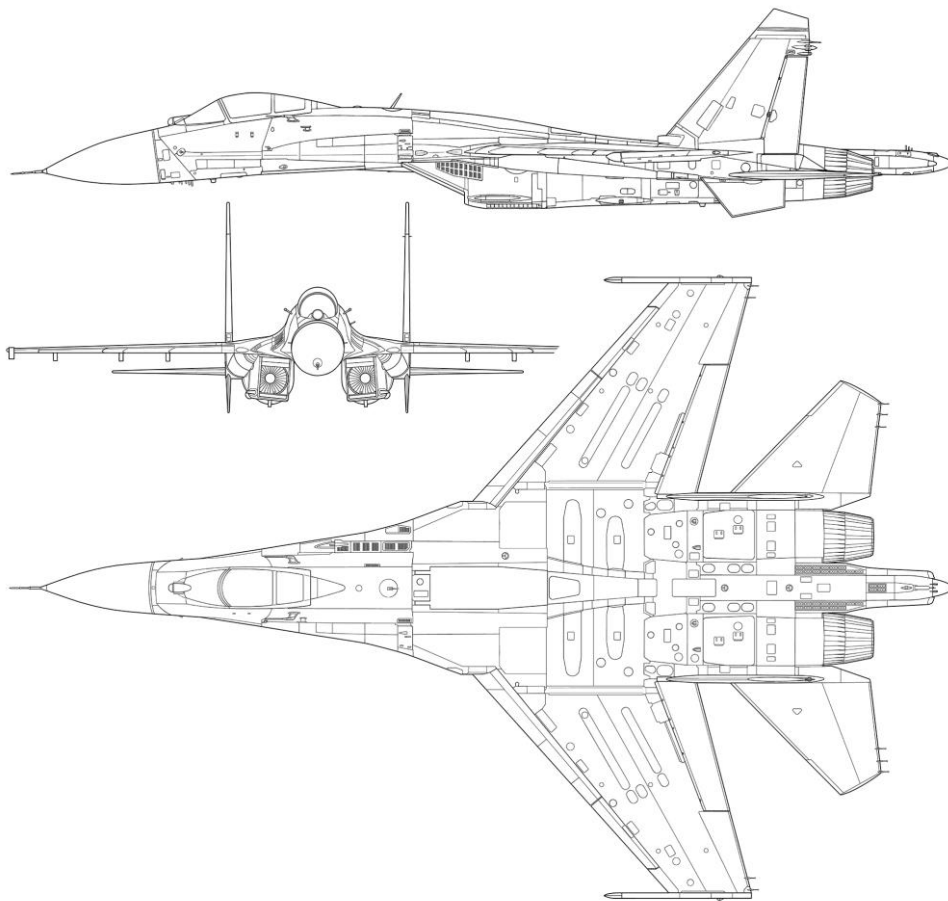


Рисунок 17: Чертеж Су-27С

## Бортовое радиоэлектронное оборудование

В базовой комплектации Су-27 оснащен системой управления вооружением СУВ-27, которая включает в себя: радиолокационный прицельный комплекс РЛПК-27, оптико-электронную прицельную станцию ОЭПС-27, систему встроенной индикации СЕИ-31, запросчик системы государственного опознавания и систему объективного контроля. СУВ сопряжена с пилотожано-навигационным комплексом ПНК-10, командной радиолнией управления, запросчиком системы государственного опознавания, межсамолетной телекодовой связи и аппаратурой бортового комплекса самообороны.



**Рисунок 18: РЛС Н001**

Работой РЛПК-27 управляет бортовой цифровой вычислитель Ц100. В состав комплекса входит импульсно-доплеровская РЛС Н001, которая может обнаруживать цель типа "истребитель" на расстоянии 80-100 км в переднюю полусферу и на 30-40 км в заднюю. РЛПК может одновременно сопровождать на проходе 10 целей и обеспечивать перехват одной, наиболее приоритетной цели.



**Рисунок 19: ОЭПС-27**

ОЭПС-27 состоит из оптико-локационной станции ОЛС-27, представляющая собой комбинацию тепловеленгатора и лазерного дальномера, нацеленной системы целеуказания (НСЦ) Щель-ЗУМ и цифровой вычислитель Ц100. ОЛС-27 размещена перед кабиной летчика по оси самолета, система обнаруживает и сопровождает воздушные цели по их тепловому излучению. НСЦ может использоваться для выдачи координат целей ГСН ракет и ОЛС-27.

Встроенная индикация СЕИ-31 обеспечивает отображение пилотажно-навигационной и прицельной индикации на иллюстрированном лобовом стекле (ИЛС) и индикаторе прямой видимости (ИПВ). Бортовая система самообороны предназначена для обеспечения летчика информацией об облучении самолета радиолокационными станциями, а также постановки помех в радиолокационном и инфракрасном диапазонах. На самолете установлена станция предупреждения об облучении СПО-15 "Береза" и устройство выброса пассивных помех АПП-50. Блоки устройств выброса пассивных помех установлены в хвостовой части самолета между соплами двигателей. Помимо пассивных средств радиоэлектронной борьбы, самолет может нести станцию активных помех СПС-171 "Сорбция", размещаемую в двух контейнерах на законцовках крыльев.

## Кабина

В кабине летчика установлено катапультное кресло К-36ДМ второй серии. Спинка кресла находится под углом 17 градусов. В двухместном самолете Су-27УБ места летчиков располагаются по схеме тандем, место заднего летчика приподнято для обеспечения хорошей видимости. Приборное оборудование Су-27 в базовой комплектации состоит из аналоговых приборов, ИЛС и ИПВ, на которые также выводятся данные с РЛПК и ОЭПС. По обе стороны от ИЛС установлены сканерные устройства положения головы летчика, являющиеся частью НСЦ. В правой нижней части приборной панели установлен индикатор станции СПО-15.



Рисунок 20: Кабина Су-27П

<b>Летно-технические характеристики самолета</b>	
<b>Взлетная масса:</b>	
- нормальная (включая 2хР-27Р + 2хР-73, 5270 кг топлива), кг	23,430
- максимальная, кг	30,450
<b>Максимальная посадочная масса, кг</b>	21,000
<b>Предельная посадочная масса, кг</b>	23,000
<b>Максимальная масса топлива, кг</b>	9,400
<b>Максимальная масса полезной нагрузки кг</b>	4,430
<b>Практический потолок (без подвесок), кг</b>	18.5
<b>Максимальная скорость на уровне моря (без подвесок), км/ч</b>	1,400
<b>Максимальное число Маха (без подвесок)</b>	2.35
<b>Максимальная перегрузка (эксплуатационная)</b>	9
<b>Практическая дальность полета (с загрузкой из ракет 2хР27Р, 2хР-73 запущенных на середине пути):</b>	
- на уровне моря, км	1,340
- на высоте, км	3,530
<b>Максимальное время в воздухе, часов</b>	4.5
<b>Дистанция разбега при нормальной массе, м</b>	450
<b>Дистанция пробега при нормальной посадочной массе (с тормозным парашютом), м</b>	620
<b>Геометрические размеры:</b>	
- длина, м	21.9
- размах крыла, м	14.7
- высота, м	5.9
<b>Экипаж</b>	1
<b>Силовая установка</b>	
<b>Число и модель двигателя</b>	2 х АЛ- 31Ф
<b>Тяговооруженность:</b>	
- в режиме форсаж, кгс	12,500
- в режиме максимал, кгс	7,670



# РЕЖИМ УПРОЩЕННОЙ АВИОНИКИ

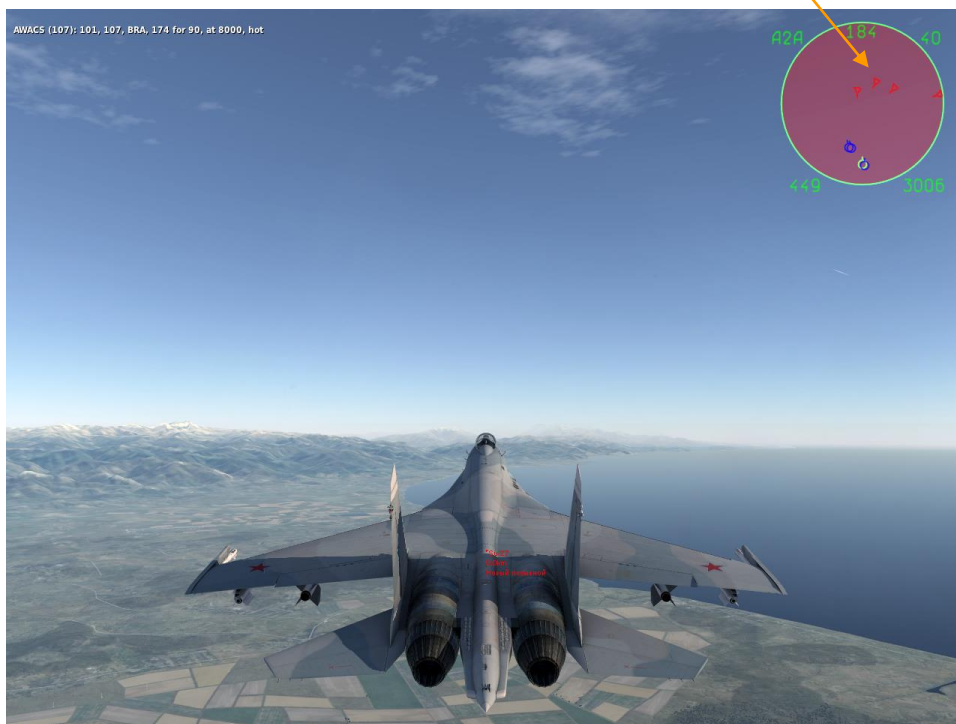


## Режим упрощенной авионики

Режим упрощенной авионики предназначен для новичков и пользователей, предпочитающих аркадные настройки.

Этот режим можно выбрать в разделе "Игровые опции" или в разделе "Игровые настройки" выбрать "Игра".

Радар в режиме – упрощенная авионика



**Рисунок 21: Отображение радара в режиме упрощенной авионики**

Дисплей, находящийся в правом верхнем углу экрана, это вид сверху, где ваш самолет (зеленый кружок) расположен внизу в центре дисплея. Значки, расположенные выше значка вашего самолета, находятся впереди вас, значки справа и слева – расположены с соответствующих сторон от вас.



Ниже приведены изображения, используемые в режиме упрощенной авионики. Обратите внимание, что на экран выводятся различные символы в зависимости от того, в каком режиме находится самолет: навигация, воздушный бой, работа по земле.

Однако каждый режим будет иметь следующие сходные данные:

- **Режим.** Отображается снаружи в верхнем левом углу дисплея и может показывать NAV (навигация), A2A (воздушный бой), A2G (работа по земле) .  
Клавиши выбора параметра:

- Режим навигации: [1]
- Режим Воздух-Воздух: [2], [4] или [6]
- Режим Воздух-Земля: [7]

- **Дальность радара.** Снаружи справа от дисплея отображается текущая настройка дальности радара.

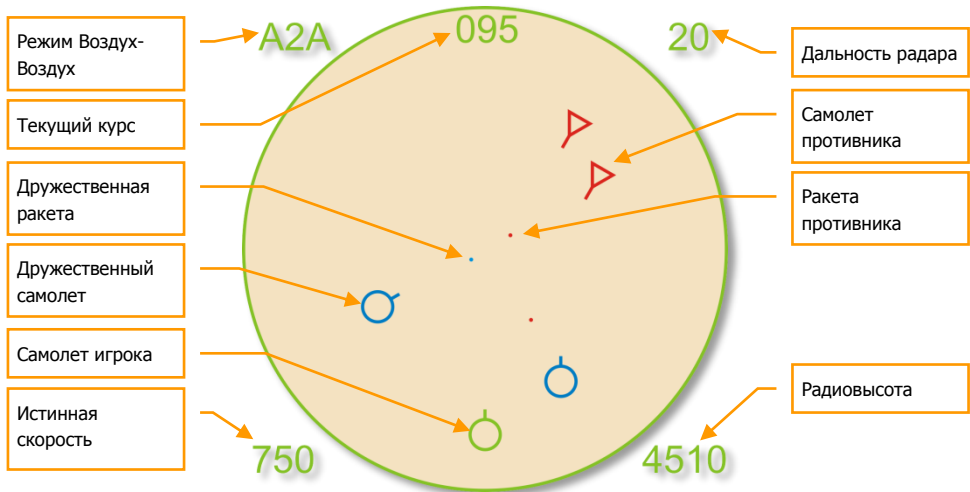
Клавиши дальности радара:

- Увеличить масштаб: [=]
- Уменьшить масштаб: [-]

- **Истинная скорость (TAS).** Снаружи слева внизу дисплея отображается истинная скорость вашего самолета.
- **Радиовысота.** Снаружи справа внизу дисплея находится радиовысотомер, показывающий высоту над уровнем земли или моря вашего самолета.
- **Текущий курс.** Внутри дисплея в центре сверху отображается текущий магнитный курс вашего самолета.



## Режим Воздух-Воздух



**Рисунок 23: Режим Воздух-Воздух**

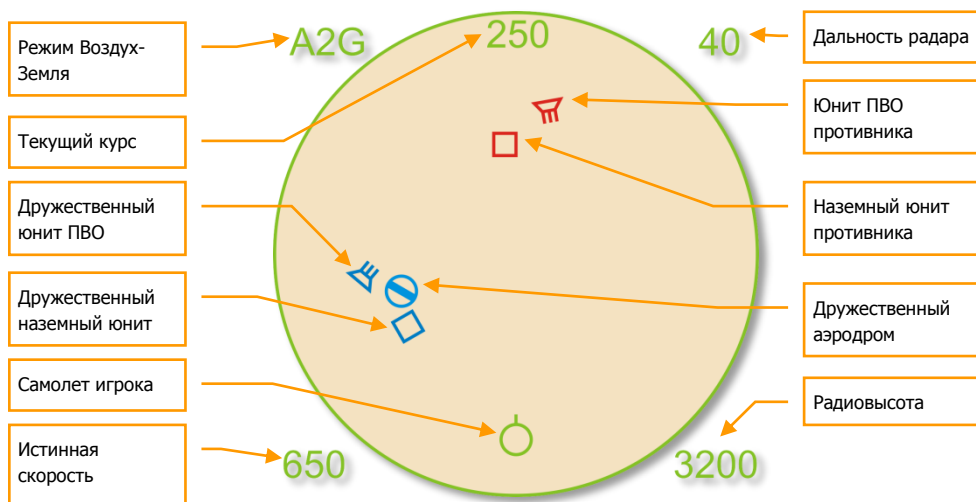
Уникальные символы, представленные в режиме воздух-воздух:

- **(Самолет игрока)**. Ваш самолет показан как зеленый кружок внизу дисплея.
- **(Дружественный самолет)**. Все дружественные самолеты показаны голубыми кружками с линиями, исходящими от них, показывающими направление полета.
- **(Самолет противника)**. Все самолеты противника показаны красными кружками с линиями, исходящими от них, показывающими направление полета.
- **(Дружественная ракета)**. Дружественная ракета изображается голубой точкой.
- **(Ракета противника)**. Ракета противника изображается красной точкой

Клавиатурные команды в режиме Воздух-Воздух:

- Автозахват ЛА в центре: **[RAIt - F6]**
- Автозахват ближайшего ЛА: **[RAIt - F5]**
- Автозахват следующего ЛА: **[RAIt - F7]**
- Автозахват предыдущего ЛА: **[RAIt - F8]**

## Режим Воздух-Земля



**Рисунок 244: Режим Воздух-Земля**

Уникальные символы, представленные в режиме воздух-земля:

- **(Самолет игрока).** Ваш самолет показан как зеленый кружок внизу дисплея.
- **(Дружественный наземный юнит).** Любой дружественный наземный юнит отображается синим квадратом.
- **(Наземный юнит противника).** Любой наземный юнит противника отображается красным квадратом.
- **(Дружественный юнит ПВО).** Любой дружественный юнит ПВО отображается синей трапецией с тремя штрихами.
- **(Юнит ПВО противника).** Любой юнит ПВО противника отображается красной трапецией с тремя штрихами.

Клавиатурные команды в режиме Воздух-Земля:

- Автозахват наземной цели по центру: **[RAIt - F10]**
- Автозахват ближайшей наземной цели: **[RAIt - F9]**
- Автозахват следующей наземной цели: **[RAIt - F11]**
- Автозахват предыдущей наземной цели: **[RAIt - F12]**

# ПРИБОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ



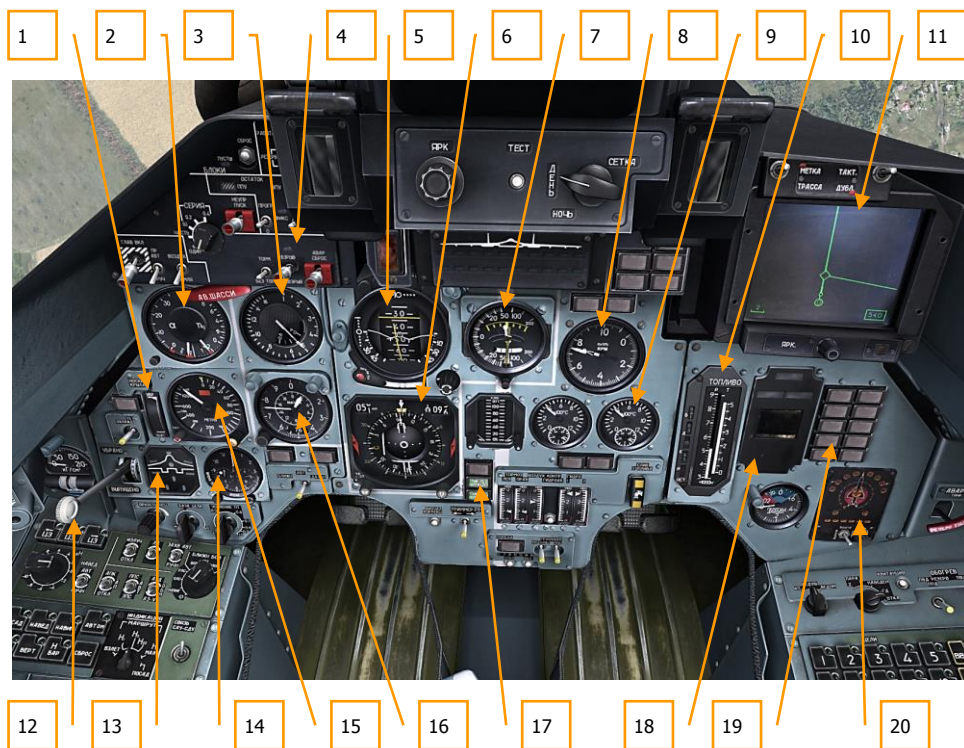
ТЯНУТЬ ТОЛЬКО ПРИ  
КАТАПУЛЬТИРОВАНИИ

ТЯНУТЬ ТОЛЬКО ПРИ  
КАТАПУЛЬТИРОВАНИИ



# ПРИБОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Эта глава ознакомит вас с приборным оборудованием кабины Су-27. Для уверенного пилотирования вы должны хорошо усвоить назначение и расположение всех приборов в кабине самолета.



**Рисунок 25: Приборная панель самолета Су-27**

1. Указатель положения носков крыла.
2. Комбинированный указатель угла атаки и перегрузки.
3. Указатель приборной скорости и Маха.
4. Панель СУВ.
5. Командный пилотажный прибор (КПП).
6. Прибор навигационный плановый (ПНП).
7. Указатель вертикальной скорости.
8. Указатель оборотов двигателя.



9. Указатель температуры газов за турбинами.
10. Топливомер.
11. ИПВ.
12. Кран шасси.
13. Пилотажно-посадочный индикатор.
14. Часы авиационные.
15. Радиовысотомер.
16. Барометрический высотомер.
17. Индикаторы нейтральных положений триммеров по каналу тангажа, крена, рыскания.
18. Панель системы "Экран".
19. Светосигнальное табло.
20. СПО-15 "Береза".

## Указатель приборной скорости и Маха

Указатель приборной скорости предназначен для индикации приборной скорости полета самолета. Шкала указателя скорости проградуирована в пределах от 1 до 16 x 100 км/час. Шкала числа Маха находится во внутреннем кольце прибора и проградуирована в диапазоне от 0,6 до 3 М.



**Рисунок 25: Указатель приборной скорости и Маха**

## Барометрический высотомер

Высотомер предназначен для измерения относительной барометрической высоты и выдачи ее для визуального наблюдения. Шкала внутреннего кольца высотомера проградуирована в пределах от 0 до 20000 метров. Цена деления – 1000 метров. Шкала внешнего кольца проградуирована в пределах от 0 до 10000 метров. Цена деления – 10 метров. Значение высоты полета получается путем суммирования показаний обеих шкал.



**Рисунок 26: Барометрический высотомер**

## Радиовысотомер

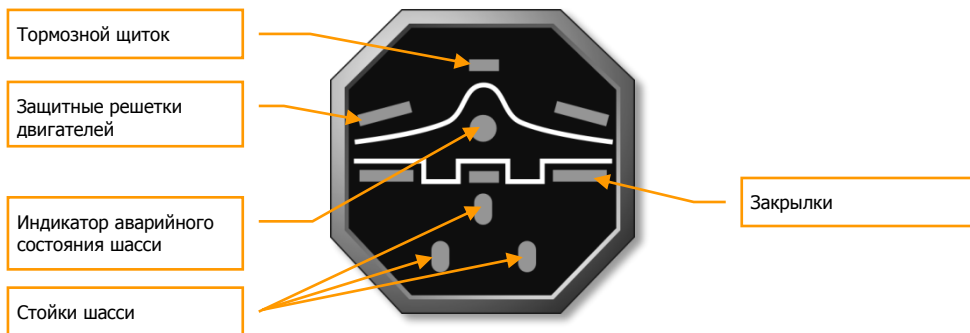
Радиовысотомер предназначен для индикации истинной высоты полета самолета и, таким образом, его показания могут колебаться в зависимости от рельефа местности при горизонтальном полете по прямой. Диапазон измеряемых высот лежит в пределах от 0 до 1000 метров. Правильность показаний прибора нарушается при глубоком крене.



**Рисунок 27: Радиовысотомер**

## Пилотажно-посадочный индикатор

Пилотажно-посадочный индикатор предназначен для световой сигнализации положения шасси, закрылков и тормозного щитка. Если одна из стоек шасси не заняла выпущенного или убранного положения, то в центре индикатора загорается лампа красного цвета.



**Рисунок 28: Посадочно-пилотажный индикатор**

## Указатель угла атаки и перегрузки

Указатель угла атаки и перегрузки предназначен для индикации текущих значений местного угла атаки и нормальной перегрузки. На левой стороне указателя отображаются значения угла атаки в градусах. Значения нормальной перегрузки в единицах G отображаются на правой шкале указателя. Подвижный индекс показывает максимальную перегрузку, достигнутую в полете.



**Рисунок 29: Указатель угла атаки и перегрузки**

## Командный пилотажный прибор (КПП)

Командный пилотажный прибор (КПП) предназначен для индикации текущих значений углов тангажа и крена самолета. В нижней части прибора расположен указатель скольжения - "шарик". Отклоняя с помощью педалей рули направления можно ликвидировать возникающее скольжение, добиваясь центрального положения "шарика". На лицевой части прибора расположены директор крена и директор тангажа, которые показывают отклонение траектории полета самолета от заданной. Когда обе планки находятся в центральном положении, самолет находится на заданной траектории полета. При инструментальной посадке маневром самолета необходимо добиваться минимального отклонения планок директора высоты и директора курса от центрального положения.

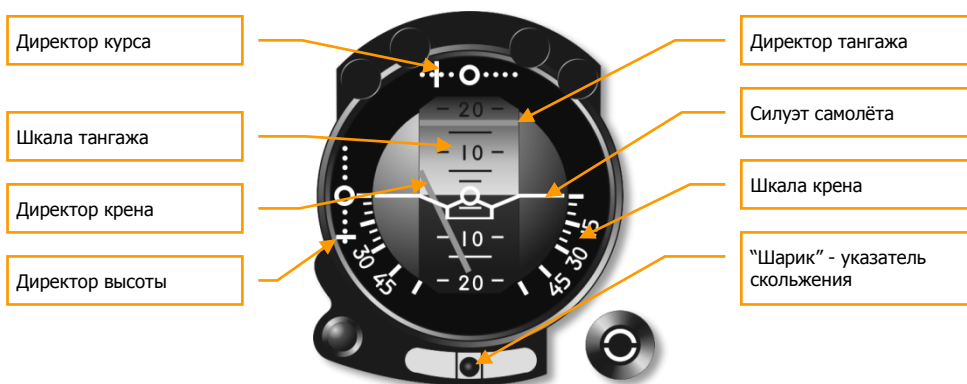


Рисунок 30: КПП

## Прибор навигационный плановый (ПНП)

Прибор навигационный плановый (ПНП), предназначен для контроля положения самолета относительно заданной линии пути в горизонтальной плоскости. Компас вращается таким образом, чтобы метка текущего курса всегда находилась в верхней части прибора. Стрелка указателя заданного курса показывает направление заданного курса на текущую точку маршрута в плане. Указатель курсового угла на навигационный ориентир показывает прямое направление на текущую точку маршрута. Планка отклонения от равносигнальной зоны курсового радиомаяка расположена в центральной части прибора.



Рисунок 31: ПНП

## Указатель вертикальной скорости, поворота и скольжения

Указатель вертикальной скорости (вариометр) предназначен для измерения и индикации вертикальной скорости самолета, т. е. скорости подъема или спуска. Указатель скольжения дублирует указатель скольжения на КПП. Указатель скольжения указывает на направление скольжения, однако, он не может дать количественную информацию о величине скольжения.



**Рисунок 32: Указатель вертикальной скорости, поворота и скольжения**

## Часы авиационные

Часы авиационные показывают текущее время, установленное в редакторе миссий.



**Рисунок 33: Часы авиационные**

## Указатель оборотов двигателей

Указатель оборотов двигателей предназначен для индикации числа оборотов роторов обоих двигателей. Измерения индицируются в процентах от величин максимальных оборотов. При работе двигателей в режиме полный форсаж стрелки оборотов показывают значения выше 100%, при этом над указателем оборотов загораются соответствующие табло.



Рисунок 34: Указатель оборотов двигателей

## Топливомер

Шкала "Р" предназначена для индикации остатка топлива во всех баках. Шкала "Т" индицирует остаток топлива в расходном баке.

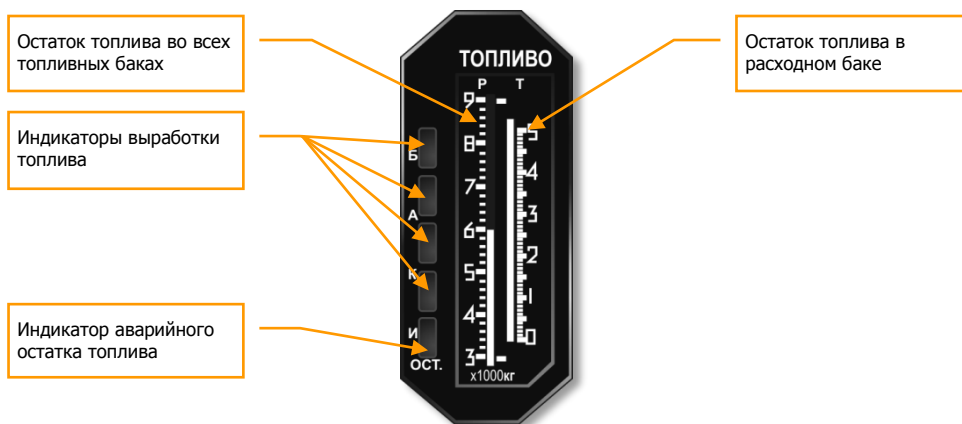


Рисунок 35: Топливомер



## Индикатор температуры газов за турбиной

На панели приборов присутствуют два идентичных индикатора. Индикаторы температуры газов за турбиной показывают значения температуры газов за турбинами левого и правого двигателей.



Рисунок 36: Индикатор температуры газов за турбиной

## Индикатор прямой видимости (ИПВ)

Индикатор прямой видимости (ИПВ) расположен в правом верхнем углу панели приборов. На нем отображается информация о запрограммированном маршруте полета, расположении аэродромов, в боевых режимах выводится информация от радара и КОЛС.

Летчик может изменять масштаб изображения на ИПВ.



Рисунок 37: ИПВ

## Система предупреждения об облучении (СПО)

Радиолокационные станции, установленные на летательных аппаратах, кораблях и сухопутных объектах, применяются для обнаружения и наведения средств поражения на различные объекты. На большинстве современных летательных аппаратах установлены системы предупреждения об облучении (СПО), которые фиксируют факт облучения самолета РЛС противника. Хотя у разных разработчиков имеются свои особенности в подходах к проектированию этих систем, всех их объединяют общие принципы функционирования СПО.

СПО является пассивной, то есть ничего не излучающей в окружающее пространство системой. Она принимает излучения других передатчиков и классифицирует их по имеющейся базе данных известных типов передатчиков РЛС. Также СПО определяет направление на источник излучения и факт перехода РЛС в другие режимы работы, например в режим сопровождения цели. Однако СПО не может определить расстояние до облучающей самолет РЛС.

Для упрощения анализа радиолокационной обстановки рекомендуется использовать режим селекции целей по типу облучения. Режим позволяет выделить станции, работающие в режиме захвата цели или в режиме подсвета цели для наведения ракеты с ПАРГСН/АРГСН.

Следует помнить, что системы предупреждения об облучении не определяют госпринадлежность источника облучения.

Принцип выбора главной угрозы в порядке убывания приоритета:

1. Облучающая РЛС классифицирована как АРГСН ракеты типа "воздух-воздух", или работает в режиме подсвета цели для наведения ракеты ПАРГСН (АРГСН на начальном участке траектории), либо обнаружены кодовые посылки команд радиокоррекции ракеты;
2. Облучающая РЛС находится в режиме захвата цели;
3. Облучающая РЛС наивысшая по приоритету из нижеследующих видов РЛС (в порядке убывания):
  - РЛС класса воздух-воздух;
  - РЛС дальнего радиуса действия;
  - РЛС среднего радиуса действия;
  - РЛС ближнего радиуса действия;
  - Наземная РЛС системы раннего обнаружения;
  - РЛС системы ДРЛО.
4. Облучающая РЛС имеет наивысшую мощность сигнала при прочих равных условиях.

СПО НЕ ОПРЕДЕЛЯЕТ ДИСТАНЦИЮ ДО ИСТОЧНИКА ИЗЛУЧЕНИЯ

## Система предупреждения об облучении СПО-15

СПО-15 показывает информацию о РЛС, облучающих самолет. Информация представлена в виде символов для различных типов РЛС и направлений на источники излучения. Шесть

световых индикаторов в нижней части информируют пилота о типе РЛС, облучающих самолет. Система предупреждает о каждой РЛС, вне зависимости от принадлежности (свой-чужой).

Смоделированная в игре модель СПО-15 достаточно близка к реальной, установленной на самолете Су-27.

Система обеспечивает устойчивый прием сигналов облучения РЛС в пределах +/- 180 градусов по азимуту и +/-30 градусов по углу места.

Количество одновременно отображаемых источников облучения – не ограничено.

Время хранения данных об источнике – 8 секунд.

Режимы индикации: обзор/захват (выключатель "ОБЗОР/ОТКЛ").

Обозначения типов облучающих РЛС:

**П** – РЛС класса "Воздух-Воздух".

**З** - РЛС дальнего радиуса действия.

**Х** - РЛС среднего радиуса действия.

**Н** - РЛС ближнего радиуса действия.

**F** - Наземная РЛС системы раннего обнаружения.

**С** - РЛС системы ДРЛО.

Лампы индикации относительного превышения, мощности сигнала РЛС и лампа "Захват/Пуск" показывают соответствующие параметры только для текущей главной цели.

Если период обзора РЛС не менее 8 секунд то лампы "пеленг" горят непрерывно.

В режиме обзора в наушники выдается прерывистый сигнал низкого тона

При переходе РЛС в режим захвата, загорается центральная лампа красного цвета "Захват/пуск" и в наушники выдается непрерывный сигнал высокого тона.

В случае обнаружения факта пуска ракеты, лампа "Захват/пуск" начинает мигать и в наушниках слышен прерывистый сигнал высокого тона.

Активная ракета, после захвата цели АРГСН, обнаруживается системой и всегда классифицируется в качестве главной угрозы. Для этого типа угрозы характерно быстрое увеличение мощности сигнала (последовательное загорание ламп "Мощность сигнала").



сообщает, что вас облучает ЗРК средней дальности. Больше никакой информации по вторичным угрозам не выводится.

В сложной радиолокационной обстановке бывает непросто определить направление и типы угроз, в этом случае рекомендуется пользоваться фильтром [RShift-R] отсекающим все РЛС в режиме обзора.

Система СПО является источником многочисленных звуковых сигналов, регулировать громкость которых, можно клавишами [RAIt-,] – [RAIt-].

## Пульт ППД-СП

На правой панели кабины находится пульт ППД-СП. В центральной части пульта расположен прибор индикации ПИ-СП. Он отображает остаток тепловых ловушек и дипольных отражателей. Левый столбец индицирует остаток ДО. Один сегмент соответствует – 16 ДО. Правый столбец отображает остаток ЛТЦ. Один сегмент соответствует - 8 ЛТЦ. ЛТЦ выбрасываются парами.



Рисунок 39: Пульт ППД-СП

## Выключатель режима ЖЕСТКАЯ СВЯЗЬ

Режим ЖЕСТКАЯ СВЯЗЬ активируется нажатием клавиши [S] в случае отказа СДУ (система дистанционного управления). Пилотирование в данном режиме требует от летчика особого внимания, так как полет характеризуется:

- Недостаточной устойчивостью по каналу тангажа.
- Слабым аэродинамическим демпфированием.
- Повышенной чувствительностью к продольным отклонениям РУС.

В данном режиме может быть выполнена фигура пилотажа “Кобра Пугачева” (динамическое торможение). Режим отключается повторным нажатием клавиши [S]. Текущее положение выключателя может быть проконтролировано на левой панели кабины.





Выключатель режима  
ЖЕСТКАЯ СВЯЗЬ

**Рисунок 40: Выключатель режима ЖЕСТКАЯ СВЯЗЬ**

## Механизм триммерного эффекта (МТЭ)

Триммирование РУС по каналу тангажа осуществляется нажатием клавиш **[RCtrl + .]** и **[RCtrl + ;]**, по каналу крена **[RCtrl + ,]** и **[RCtrl + /]**.

Триммирование педалей руля направления осуществляется клавишами **[RCtrl + Z]** и **[RCtrl + X]**. Диапазон триммирования:

- Тангаж: 38% хода ручки управления назад, 50% вперед соответственно.
- Крен: 50% хода ручки управления в обе стороны.
- Рыскание: 50% хода педалей в обоих направлениях.

Контроль нейтральной позиции триммеров осуществляется по индикаторам нейтральных положений: "ТРИММ. СТ. НЕЙТР." (ТЭ стабилизатора нейтраль), "ТРИММ. ЭЛ. НЕЙТР." (ТЭ эллеронов нейтраль), "ТРИММ. Р.Н. НЕЙТР." (ТЭ руля направления нейтраль) в нижней части приборной панели.



**Рисунок 41: Индикаторы нейтральных положений триммеров**

Установка триммеров в нейтральное положение осуществляется нажатием клавиши **[LCtrl + T]**. Это оправдано тем, что в игре нет возможности почувствовать настоящую загрузку РУС, в соответствии с которой триммируется реальный самолет.

С помощью третьей кнопки джойстика **[Joybutton3]** можно активировать альтернативный способ триммирования самолета. Джойстик переключается с отклонения виртуальной РУС на её триммирование. В данном режиме движения джойстика отклоняют триммеры в соответствующих направлениях.

Если джойстик оснащен обратной связью, триммирование смещает силовую нейтраль джойстика, что аналогично работе МТЭ в реальном Су-27.

## Система автоматического управления (САУ)

САУ обеспечивает:

- Автоматическую стабилизацию угловых положений самолета и высоты барометрической.
- Автоматическое выравнивание самолета по крену и тангажу.
- Стабилизацию истинной высоты по радиовысотометру на высотах 100-1000 м, с автоматическим уводом самолета во избежание столкновения.
- Автоматическое управление набором высоты и снижением.
- Автоматическое управление в горизонтальной плоскости согласно сигналам от ПНК в режиме следования по маршруту.
- Автоматический возврат к запрограммированному аэродрому и заход на посадку на высоту порядка 50-60 м в соответствии с данными от навигационной системы.

В качестве исполнительных органов системы САУ используются исполнительные органы СДУ и механизмы триммерного эффекта (своих исполнительных органов система САУ не имеет).

Перед включением САУ, самолет следует оттриммировать (за исключением режима **“Приведение к горизонту”**). Отклонение органов управления более чем на 20% во время работы САУ (или превышение углов тангажа/крена более 80) приведет к ее отключению и переходу в режим **“Управляй вручную”** (за исключением режима **“Приведение к горизонту”**), при этом загорается соответствующий световой сигнал в правой части приборной панели. В этом случае следует сбросить САУ нажатием кнопки **“СБРОС”**, клавиша [\[Alt -9\]](#).



Рисунок 42: Световой сигнал **“УПРАВЛЯЙ ВРУЧНУЮ”**

Режимы САУ контролируются по состоянию кнопок-ламп на левом пульте.

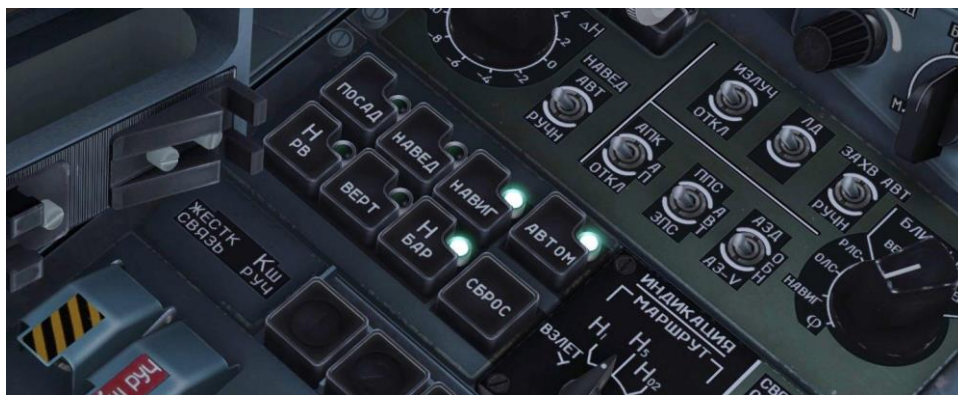


Рисунок 43: Кнопки-ламп САУ

Сигнализатор **“АВТОМ”** загорается, когда включен любой из режимов САУ (в комбинации с другими кнопками). Отсутствие огня сигнализатора означает, что САУ отключена. Наличие огня сигнализатора только на данной кнопке-лампе говорит, что включен режим стабилизации угловых положений.

Управление САУ осуществляется следующими командами:

**[A]** – Включает режим следования по маршруту и стабилизацию барометрической высоты. Если САУ работала на момент нажатия клавиши, произойдет нажатие кнопки **"СБРОС"**, отключающей любой из текущих режимов, включая режим **"УПРАВЛЯЙ ВРУЧНУЮ"** и **"УВОД НА ВЫСОТУ"**.

**[H]** – Включает режим стабилизации барометрической высоты. При крене менее 7 градусов, стабилизируется курс и высота самолета, при крене более 7 градусов стабилизируется крен и высота.

**[LAIt-1]** – Включает режим стабилизации угловых положений (горит сигнализатор **"АВТОМ"**). При крене более 7 градусов происходит стабилизация крена и тангажа самолета, при угле менее 7 градусов стабилизируется курс и угол тангажа до 40 градусов.

**[LAIt -2]** – Альтернативная команда режима стабилизации барометрической высоты.

**[LAIt -3]** – Приведение к горизонту. В этом режиме САУ не отключается при отклонении РУС за допустимые границы, также отсутствуют ограничения по углу крена и тангажа. При работе данного режима загорается световой сигнал **"ПРИВЕД К ГОРИЗ"** в правой нижней части приборной панели.



**Рисунок 40: Световой сигнал "ПРИВЕД К ГОРИЗ"**

**[LAIt -4]** – Альтернативная команда включения режима стабилизации барометрической высоты. Аналогична **[H]**.

**[LAIt -5]** – Включает режим стабилизации истинной высоты в диапазоне 300-1000 м. На высоте менее 50 м по радиовысотомеру, либо вертикальной скорости более -15м/с, автоматически включается режим **"УВОД НА ВЫСОТУ"**, при котором происходит стабилизация крена 0 градусов с созданием положительного угла тангажа и максимальной перегрузки до 4g.

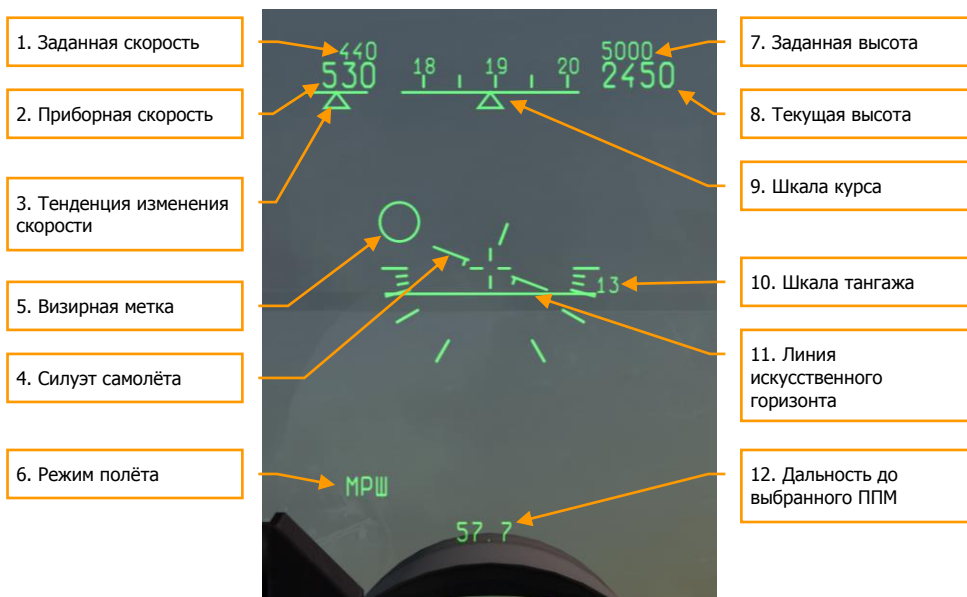
**[LAIt -6]** – Включает режим следования по маршруту. Одновременно с этим происходит стабилизация угла тангажа, соответствующая текущему.

**[LAIt -9]** – Нажимает кнопку **"СБРОС"**, отключающую любой из активных режимов, включая **"УПРАВЛЯЙ ВРУЧНУЮ"** и **"УВОД НА ВЫСОТУ"**. Также она сбрасывает параметры САУ, в случае возникновения ошибки.

## Режимы работы ИГВ и ИЛС на Су-27

### Базовая символика на ИЛС

Независимо от текущего режима работы, часть символики ИЛС остается неизменной при переключении режимов. Мы взглянем на ИЛС в режиме МАРШРУТ.



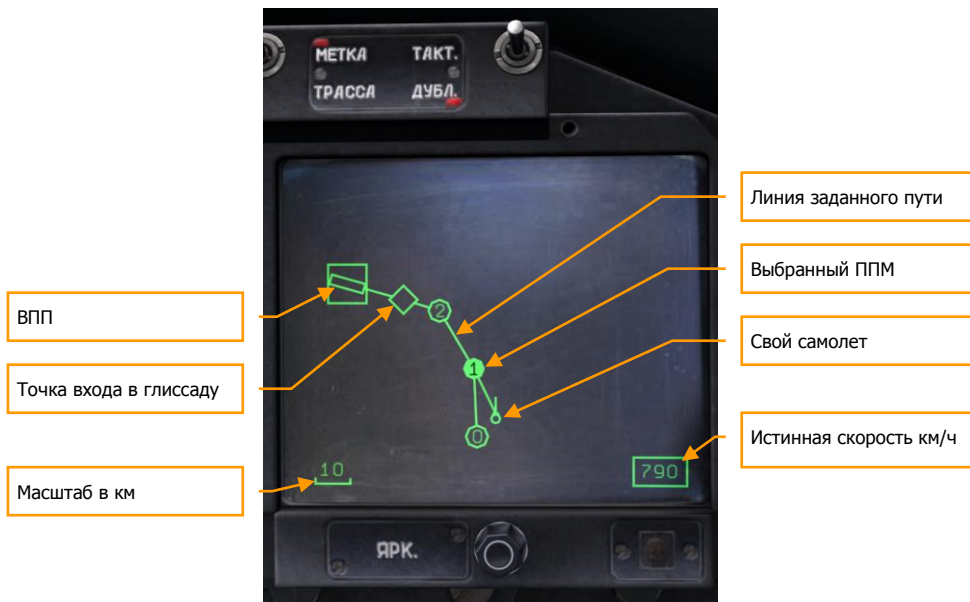
**Рисунок 41: Базовые символы на ИЛС**

1. Индикация заданной скорости показывает требуемую скорость в соответствии с текущим режимом полета. В режиме МАРШРУТ индуцируется заданная скорость для выбранного участка маршрута.
2. Скорость приборная индуцируется слева от шкалы курса. Над приборной скоростью индуцируется скорость заданная, зависящая от текущего режима полета.
3. Под числовыми показателями скорости находится треугольный индекс тенденции изменения скорости, показывающий продольное ускорение самолета. Вправо – ускорение, влево – замедление.
4. В центре ИЛС находится силуэт самолета, показывающий значение тангажа и крена.
5. Визирная метка ВМ (большое кольцо) при отсутствии ошибок пилотирования ВМ совмещается с центром силуэта самолета. В общем случае визирная метка показывает требуемое направление полета самолета для выдерживания заданного курса и высоты.



6. В левом нижнем углу отображается текущий режим полета.
7. Значение заданной высоты, которое зависит от текущего режима полета. В режиме МАРШРУТ индуцируется заданная высота для текущего отрезка маршрута.
8. Справа от шкалы курса индицируется значение текущей высоты полета. На высотах менее 1500 метров над поверхностью земли индицируется радиовысота с точностью до 1 м. При превышении 1500 метров выводится барометрическая высота над уровнем моря с точностью до 10 метров.
9. Подвижная шкала текущего курса расположена у верхней границы ИЛС. На ней отображаются значения текущего курса самолета (например, значению 350 градусов соответствует цифра 35).
10. Шкала тангажа, расположенная в правой части ИЛС, показывает текущее значение тангажа, отмеряемое по центральной части подвижного силуэта самолета.
11. Линия искусственного горизонта отображает виртуальный горизонт, соответствующий тангажу нуля градусов. Искусственный горизонт помогает летчику ориентироваться в пространстве при плохой видимости.
12. Внизу, по центру ИЛС, индицируется дальность до текущего ППМ.

В навигационных режимах информация по маршруту (направление маршрута, ППМ и ВПП) также отображается на ИПВ.



**Рисунок 42: ИПВ в навигационном режиме**

- ППМ обозначены символом окружности.
- Номер ППМ заключен в окружность.
- Точка входа в глиссаду обозначена ромбом.
- ВПП обозначены прямоугольниками.
- Выбранный ППМ отображается инвертированным цветом.
- Все ППМ связаны линией маршрута.

В навигационном режиме, на ИЛС и ИПВ выводятся данные навигационного характера. Существует три навигационных подрежима: **МРШ (МАРШРУТ)**, **ВЗВ (ВОЗВРАТ)**, **ПОС (ПОСАДКА)**, а также режим без задачи. Переключение между режимами осуществляется клавишей [1].

Выбранный участок маршрута и ППМ будут отображаться на ИПВ.

В режиме **МАРШРУТ** линия маршрута последовательно проходит через все ППМ. Для переключения между ППМ можно использовать клавишу [LCtrl-~]. Линия маршрута соединит вашу текущую позицию с выбранным ППМ.

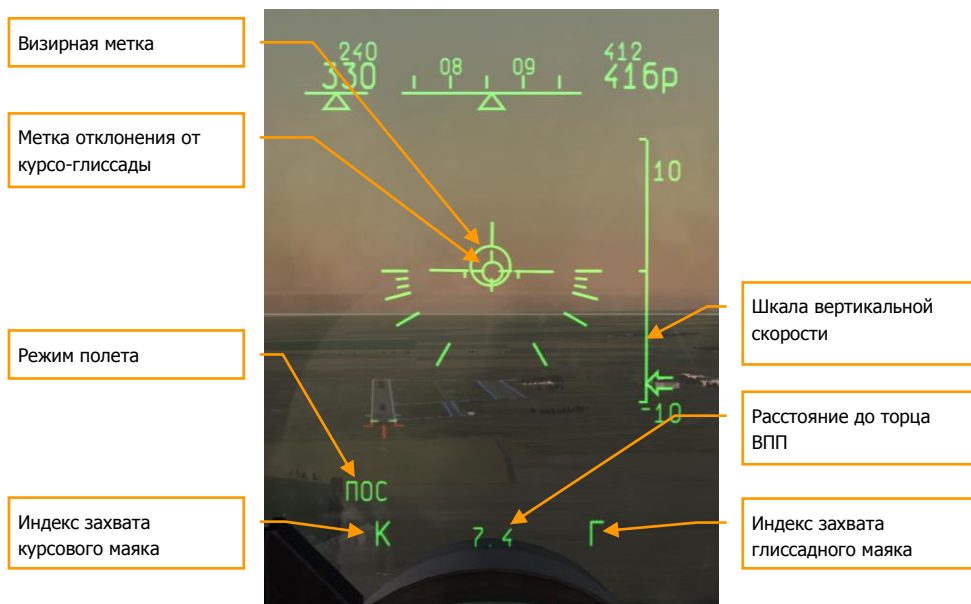
В режиме **ВОЗВРАТ** линия маршрута соединит вашу текущую позицию с точкой выхода на глиссаду.

В режиме **ПОСАДКА** линия маршрута проведёт вас к выбранному аэродрому. Выбор аэродрома происходит циклически с помощью клавиши [LCtrl-~].

## Режимы навигации

В подрежиме МРШ на ИЛС отображается визирная метка (VM), которая показывает направление на текущий ППМ. Над показаниями приборной скорости и высоты будут индцироваться показания заданной на данном участке маршрута скорости и высоты. При достижении текущего пункта маршрута VM автоматически переключится на следующий пункт маршрута. При этом плановый вид маршрута и ППМ отображаются на ИПВ.

В подрежиме ВЗВ VM указывает на точку входа в глиссаду. На ИПВ будет показана кратчайшая прямая для выхода на точку входа в глиссаду. Ручное переключение между аэродромами возврата осуществляется нажатием клавиши [LCtrl-~]. При полете к точке входа в глиссаду подрежим ВЗВ автоматически переключится в подрежим ПОС, и КП будет руководить посадкой.



**Рисунок 43: ИЛС в режиме ПОСАДКА**

В подрежиме **ПОС** директорный индекс будет показывать направление на аэродром возврата, который будет также индицироваться на ИПВ. Ручное переключение между аэродромами возврата осуществляется нажатием клавиши **[LCtrl-~]**. При подлете к аэродрому КП начнет руководить посадкой. В этом подрежиме появятся курсо-гладисадные планки инструментальной системы посадки, а с правой стороны ИЛС - шкала вертикальной скорости.

## Режимы ведения дальнего воздушного боя (ДВБ)

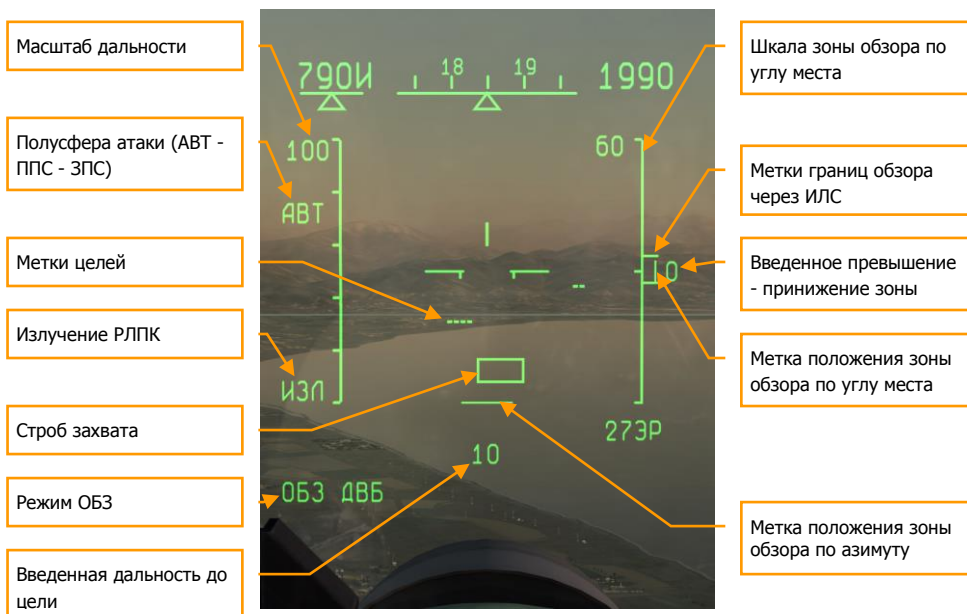
Для ведения воздушного боя за пределами видимости на большой дальности предназначены режимы ДВБ: **ОБЗ** – обзор, **СНП** – сопровождение на проходе, **РНП** – режим непрерывной пеленгации.

### Режим ОБЗ

Режим ОБЗ включается нажатием клавиши **[2]**. Это основной режим ведения ДВБ. В этом режиме РЛПК может сопровождать 24 цели одновременно. Для начала работы необходимо включить ведущий информационный канал, в качестве которого в ДВБ обычно используется радиолокационный прицельный комплекс (РЛПК) **[I]**, позволяющий обнаруживать цели на значительной дистанции и применять ракеты с полуактивной радиолокационной ГСН. При этом на ИЛС отображается информация, необходимая для поиска и захвата цели.

Необходимо уточнить, что масштаб шкалы дальности устанавливается клавишами **[+]**, **[-]**. Зона обзора по азимуту устанавливается дискретно, тремя положениями: центр – вправо – влево. Зона обзора по углу места (угловая высота наблюдаемого объекта над истинным горизонтом) может устанавливаться двумя способами: плавно, с помощью оси перемещения

зоны обзора по вертикали, и дискретно - способом "дальность-угол места", при этом необходимо сначала ввести предполагаемую дальность до цели [RCtrl+], [RCtrl-] в км, затем превышение/принижение цели относительно вашего самолета [RShift-;], [RShift-.] в км. Введенная дальность индицируется под меткой зоны обзора РЛПК по азимуту, а превышение/принижение, справа от метки зоны обзора РЛПК относительно горизонта.



**Рисунок 44: Режим ОБЗ ДВБ**

Когда РЛПК обнаруживает цель, она отображается как маленькая горизонтальная линия точек на ИЛС. "Дружественные" цели, отвечающие системе радиолокационного опознавания "свой-чужой", представлены линией с двойным рядом точек.

- Масштаб шкалы дальности изменяется клавишами [+], [-].
- Полусфера атаки цели задается клавишами [RShift-I]. Если нет информации о полусфере атаки цели, необходимо выставить **АВТ**. Этот параметр определяет частоту повторения импульсов доплеровского излучения РЛПК. В **ППС** используется высокая частота повторения (ВЧП) импульсов, в **ЗПС** – средняя частота повторения (СЧП) импульсов. Этим обеспечиваются максимальные дальности обнаружения целей в передней и задней полусфере соответственно. В режиме **АВТ** РЛПК чередует излучение ВЧП-СЧП, что обеспечивает обнаружение целей в любой полусфере, но значение максимальных дальностей обнаружения уменьшается на 25%.
- В случае обнаружения воздушных целей на ИЛС выводятся их отметки. Они представляют собой набор последовательных горизонтальных штрихов.

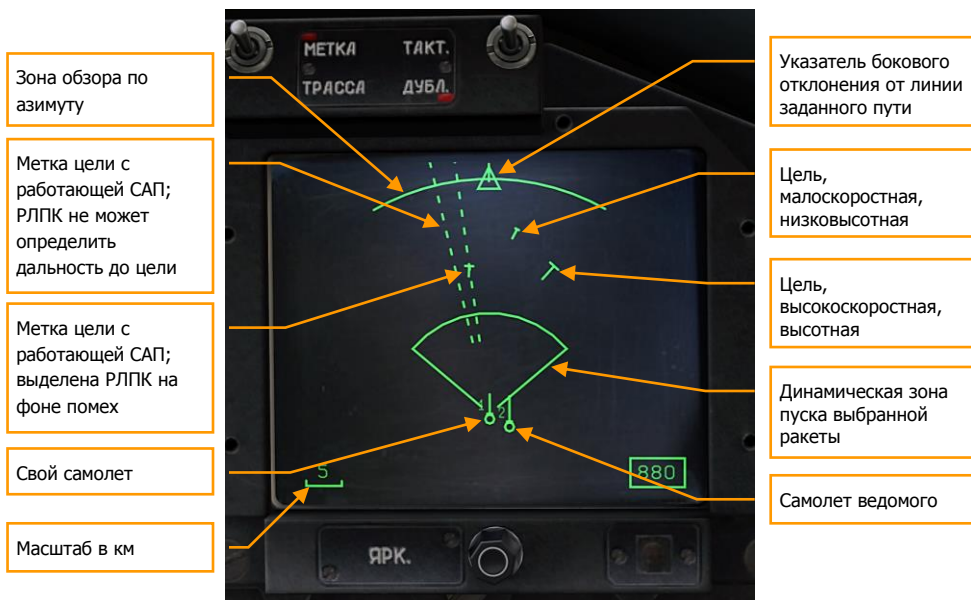
Количество штрихов соответствует прогнозируемому размеру цели и вычисляется по размеру ЭПР. Один штрих – ЭПР цели от минимальной до 2 кв.м., два штриха - от 2 до 30 кв.м., 3 штриха – от 30 до 60 кв.м., четыре штриха - от 60 и более кв.м. Современные тактические истребители имеют ЭПР от 3 до 30 кв.м. в зависимости от типа, наличия наружных подвесок, ракурса. Цели с подобной ЭПР индицируются на ИЛС двумя штрихами. Дружественные самолеты имеют метку опознавания в виде второй аналогичной метки, расположенной над основной.

- С левой стороны ИЛС индицируется транспарант "ИЗЛ", который сигнализирует о работе РЛПК на излучение.
- Строб захвата передвигается с помощью управляющих клавиш [;],[,], [./], [/.].
- Введенная дальность до цели [RCtrl-+], [RCtrl--], индицируется в нижней части ИЛС по центру, под меткой зоны обзора по азимуту. Дальность является первым параметром, который определяет угол наклона зоны обзора.
- Введенное превышение/принижение цели относительно вашего самолета [RShift-;], [RShift-./]. Индицируется с правой стороны ИЛС около метки зоны обзора по вертикали. Превышение/принижение является вторым параметром, который определяет угол наклона зоны обзора.

ВЫ ЛЕТИТЕ НА ВЫСОТЕ 5 КМ, ДРЛО СООБЩАЕТ, ЧТО ЦЕЛЬ НАХОДИТСЯ НА ДАЛЬНОСТИ 80 КМ И НА ВЫСОТЕ 10 КМ. ВЫ ПОВОРАЧИВАЕТЕ САМОЛЕТ НАВСТРЕЧУ ЦЕЛИ, ЗАТЕМ ВВОДИТЕ ДАЛЬНОСТЬ 80 КМ И ПРЕВЫШЕНИЕ 5 КМ, ПРИ ЭТОМ ЗОНА ОБЗОРА РАДАРА НАПРАВЛЕНА КАК РАЗ В МЕСТО, ГДЕ ДОЛЖНА БЫТЬ ЦЕЛЬ.

- Вдоль правой стороны ИЛС расположена шкала зоны обзора по углу места. Предельные значения  $\pm 60$  градусов. С левой стороны шкалы расположена метка горизонта. С правой стороны шкалы расположены две метки угла обзора через ИЛС. Эти метки обозначают границы пространства, которое видит летчик через ИЛС самолета. Вдоль шкалы передвигается метка зоны обзора по углу места. Если эта метка находится в пределах меток ИЛС, значит зона обзора радара направлена вперед, в сектор, обозреваемый пилотом через ИЛС.
- Метка зоны обзора по азимуту расположена в нижней части ИЛС. Она имеет три фиксированных положения, соответствующие положениям зоны обзора РЛПК по горизонтали: левое – центральное – правое.

В режиме ДВБ на ИЛС и ИПВ отображается следующая информация:



**Рисунок 45: ИПВ в режиме ДВБ**

- Зона обзора по азимуту (60 градусов) имеет три фиксированных положения: центральное, левое или правое. Положение зоны обзора по азимуту на ИПВ согласуется с меткой зоны обзора по азимуту на ИЛС.
- Метка цели, с работающей САП (станция активных помех), дальность до которой не может быть определена РЛПК, отображается как пунктирная линия по азимуту цели.
- Метка цели, с работающей САП, но выделенная на фоне помех, отображается как метка цели с пунктирной линией по азимуту.
- Метка цели имеет вектор скорости и перпендикулярную ему линию высоты. Длина вектора скорости зависит от скорости цели. Длина линии высоты от высоты цели.
- Дружественные самолеты обозначены метками с окружностью.
- Метка вашего самолета фиксирована в нижней центральной части ИПВ.
- Шкала масштаба отображается в левом нижнем углу.

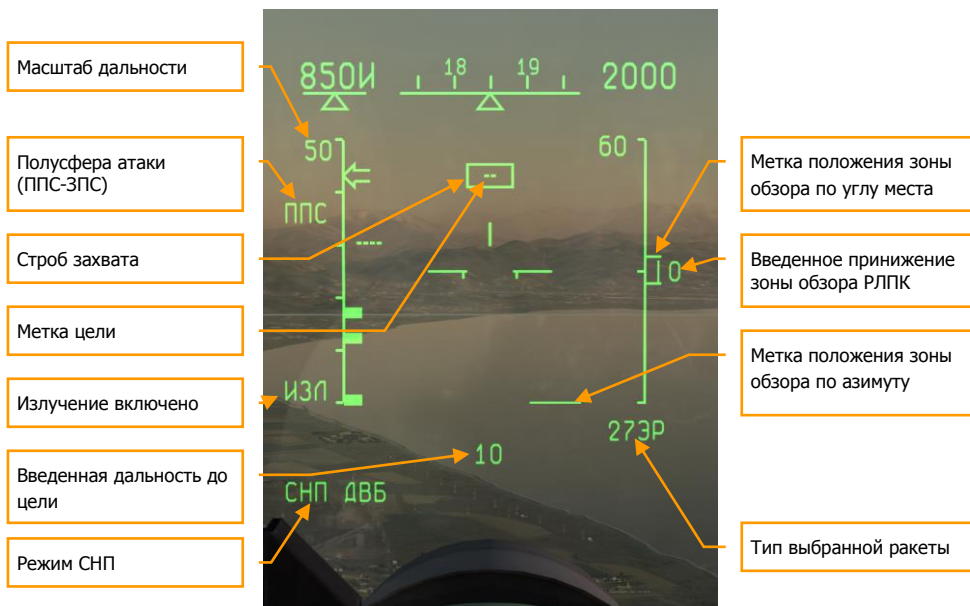
## Режим СНП

Второй режим ведения ДВБ - это СНП. Он включается только из режима ОБЗ с помощью клавиш **[RAIt-1]**. В этом режиме радар может сопровождать до 10 целей одновременно. Основное отличие от режима ОБЗ в том, что радар вычисляет детальные параметры движения целей, включая точное превышение и вектор скорости, без потери возможности обзирать все



воздушное пространство. При этом на ИПВ возникает картинка тактической обстановки с отображением всех сопровождаемых целей с указанием вектора скорости и положения в пространстве.

В режиме СНП возможен автоматический захват цели. Для этого необходимо подвести строб захвата к метке цели, при этом строб притянется к метке и будет сопровождать ее до захвата цели. Захват происходит на дальности 85% от максимальной дальности пуска в текущих условиях. В процессе сопровождения цели, в случае необходимости, летчик имеет возможность произвести захват цели вручную и ранее, нажав клавишу захвата **[Enter]**.



**Рисунок 46: Режим СНП**

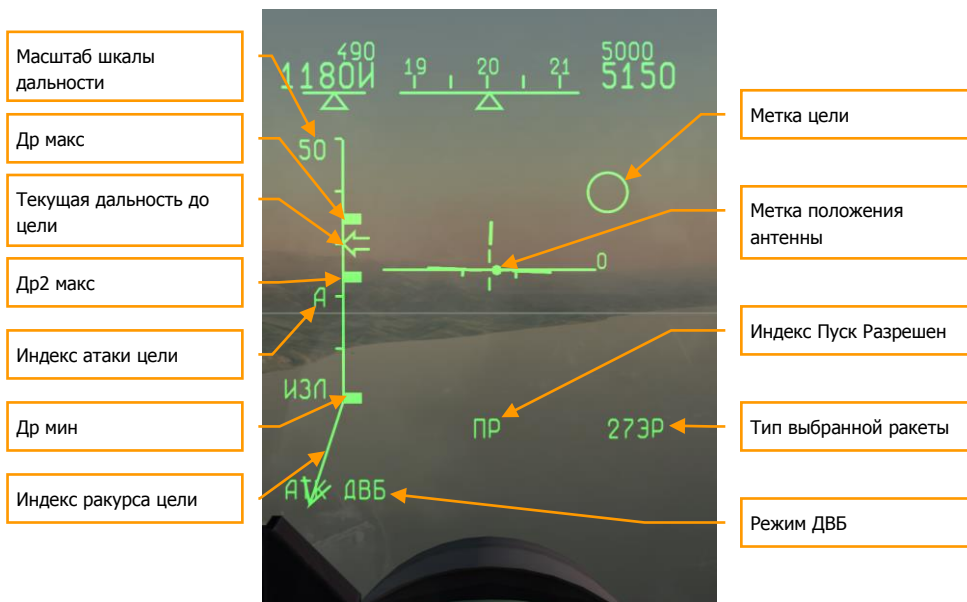
Индикация в режиме СНП практически идентична режиму ОБЗ.

- В нижнем левом углу ИЛС индицируется текущий режим **СНП – ДВБ**.
- Под шкалой зоны обзора по углу места индицируется тип выбранного оружия. В данном случае индекс **273P** обозначает ракеты Р-27ЭР.
- С левой стороны ИЛС находится шкала дальности, на которой индицируются утолщенными штрихами сверху вниз: индекс максимальной разрешенной дальности пуска по неманеврирующей цели (Др макс), индекс максимальной разрешенной дальности пуска по маневрирующей цели – эффективная дальность пуска (Др<sub>2</sub> макс), индекс минимальной разрешенной дальности пуска (Др мин).

В СНП возможно работа по целям только в режиме ППС и ЗПС, режим АВТ недоступен. Из этого следует, что возможна атака только целей, либо летящих навстречу, либо вдогон.

## Режим Атака - РНП

После захвата цели из любого режима ОБЗ или СНП радар самолета автоматически переходит в режим непрерывной пеленгации (РНП), теряя сопровождение всех других целей, и на ИЛС высвечивается дополнительная информация в следующем виде:



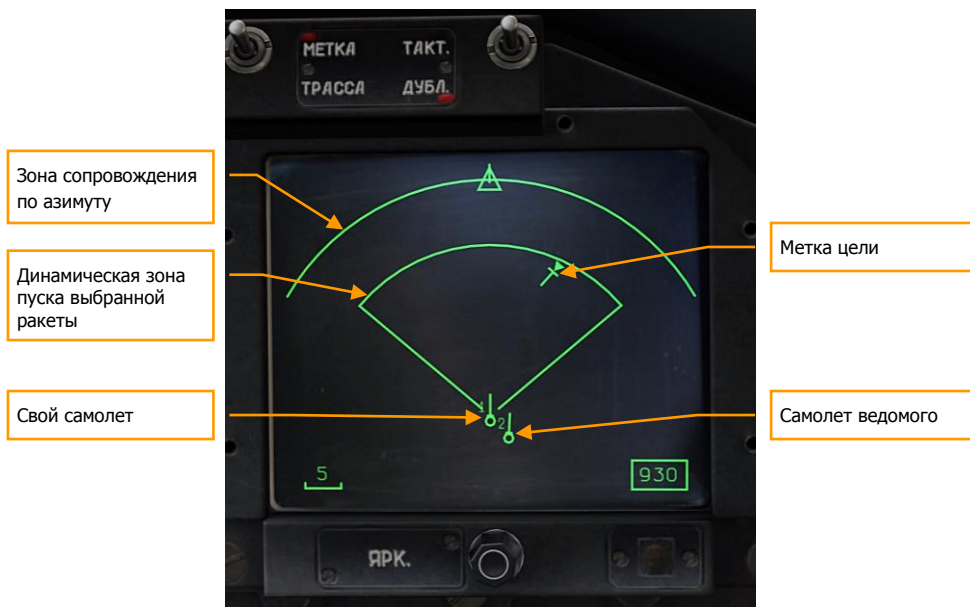
**Рисунок 47: Режим АТК - ДВБ**

- Др макс - индекс максимальной разрешенной дальности пуска по неманеврирующей цели.
- Др<sub>2</sub> макс - индекс максимальной разрешенной дальности пуска по маневрирующей цели.
- Др мин - индекс минимальной разрешенной дальности пуска.
- Индекс "А" индицирует режим атаки. После пуска ракеты, в течение ее полета, индекс "А" мигает с частотой 2 Гц.
- Индекс ракурса цели показывает вектор скорости цели в плане, развернутый в вертикальную плоскость ИЛС
- В нижнем левом углу ИЛС индицируется режим **АТК – ДВБ**.
- По шкале дальности перемещается указатель текущей дальности до цели.
- Метка положения антенны, индицирует отклонение антенны РЛПК.
- Метка цели – обрамляет цель.

- Индекс ПР символизирует команду "Пуск разрешен", при вхождении цели в пределы допустимой дальности и соблюдении других условий пуска.

В режиме непрерывной пеленгации вся энергия радара сосредоточена на цели для более точного определения параметров полета, а также во избежание срыва сопровождения из-за возможного применения пассивных и активных помех.

Следует помнить, что такой жесткий режим излучения система предупреждения противника воспринимает, как "захват" и подготовку к пуску, в результате, противник может предпринять попытки совершить маневр уклонения или перейти в контратаку.



**Рисунок 48: ИПВ в режиме АТАКА – РНП**

В режиме РНП радар имеет зону сопровождения 120 градусов по азимуту.

Цель в режиме РНП помечается сплошным треугольником.

При пуске ракеты радар переходит в режим излучения постоянной несущей, что однозначно трактуется, системой предупреждения противника, как пуск ракеты, и заставит его предпринять оборонительные действия.

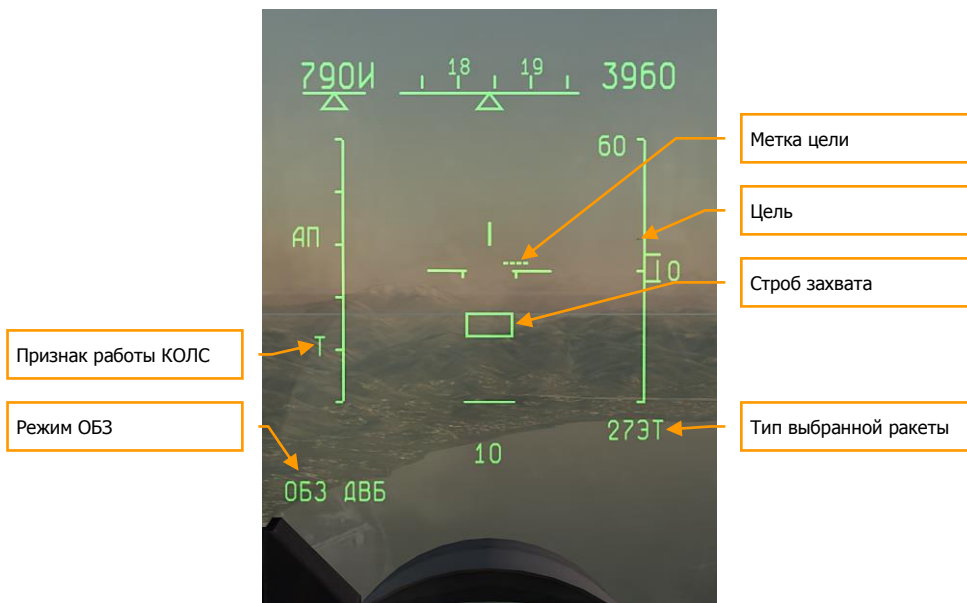
В случае применения полуактивных ракет необходимо "подсвечивать" цель до попадания ракеты. В случае применения активных ракет, "подсвечивать" цель необходимо до момента перехода ГСН ракеты на активное самонаведение, которое начинается с дальности около 15 км до цели.

## Режим ОБЗ - КОЛС

В случае выбора ведущим информационным средством - квантовой оптико-локационной станции (КОЛС), [O], информация на ИЛС, соответственно, изменяется.

При работе с КОЛС, в отличие от РЛПК, информация о целях на ИЛС представляется не в формате азимут-дальность (азимут по горизонтали – дальность по вертикали), а в формате азимут-угол места (азимут по горизонтали – угол места по вертикали).

При захвате цели с помощью строба захвата индикация переключается в режим АТАКА, описанный выше.



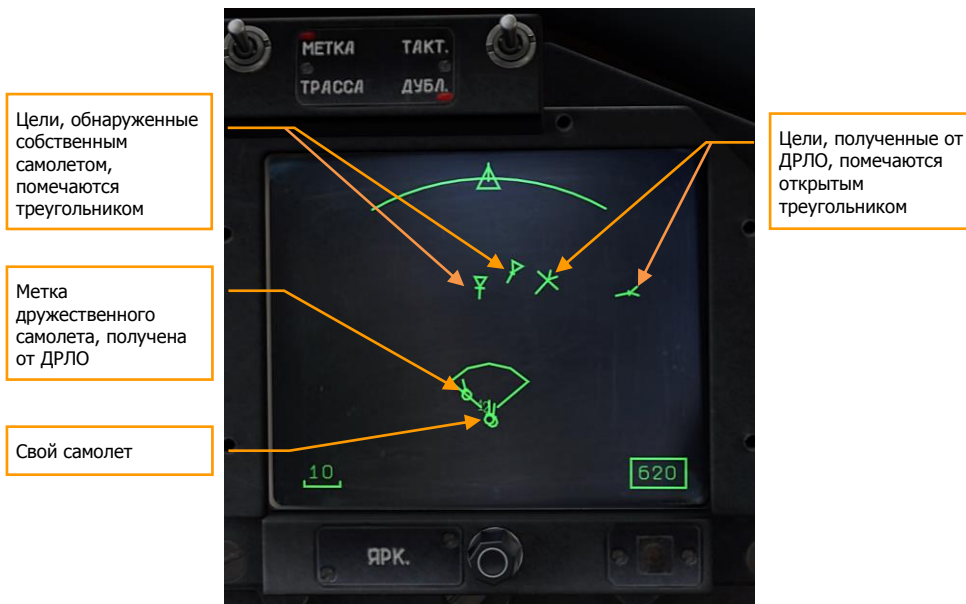
**Рисунок 49: Режим ОБЗ – ДВБ с ведущим каналом КОЛС**

- Признак работы КОЛС индицируется транспарантом "Т" с левой стороны ИЛС.
- В левом нижнем углу индицируется название выбранного режима.
- Метка цели индицируется в формате азимут-угол места.

Следует отметить, что применение в качестве ведущего информационного средства КОЛС, позволяет совершить скрытную атаку, т.к. СПО самолетов противника не обладает возможностью обнаруживать лазерное излучение, используемое лазерным дальномером КОЛС. Но при этом возможно применение только тепловых ракет с ИК ГСН.

## Взаимодействие со средствами ДРЛО

Су-27 оснащен радиооборудованием, позволяющим ему получать телеметрические данные о воздушной обстановке с внешних РЛС (самолетов А-50 ДРЛО и наземных РЛС раннего обнаружения) без использования голосовой связи. Средства ДРЛО транслируют на борт самолета информацию о тактической обстановке в воздухе, которая отображается на ИПВ. При этом на ИПВ выводятся метки всех обнаруженных целей относительно метки своего самолета. Включение взаимодействия с ДРЛО происходит автоматически при первом включении РЛПК самолета, клавиша [I], при наличии доступного самолета ДРЛО или наземного радара ДРЛО в миссии. Далее, при необходимости, РЛПК можно отключить, при этом тактическая обстановка на ИПВ, продолжит транслироваться с ДРЛО.



**Рисунок 50: ИПВ в режиме взаимодействия с ДРЛО**

Необходимо заметить, что цели, которые выводятся на фоне зоны обзора РЛПК, обнаружены ДРЛО и могут находиться вне поля обзора РЛПК по высоте. Для поиска и захвата целей, необходимо ориентироваться на отметки целей, которые выводятся на ИЛС.

## Работа в сложной помеховой обстановке

В сложной помеховой обстановке, когда противник применяет пассивные и активные помехи, невозможно использовать режим СНП. Для работы в этом случае необходимо использовать режим ОБЗ. В обстановке мощного радиоэлектронного противодействия, РЛПК не способен определить дальность до цели, и на ИЛС возникает помеховый строб - мерцающие случайным образом метки цели, находящийся на азимуте постановщика помех. Дополнительно, в случае появления в зоне обзора РЛПК источника активных помех, в правой части ИЛС высвечивается транспарант АП (активная помеха). Тем не менее, возможно произвести захват строба помех

цели и применить ракеты с полуактивным радиолокационным наведением, которые в данном случае будут наводиться на цель в пассивном режиме.

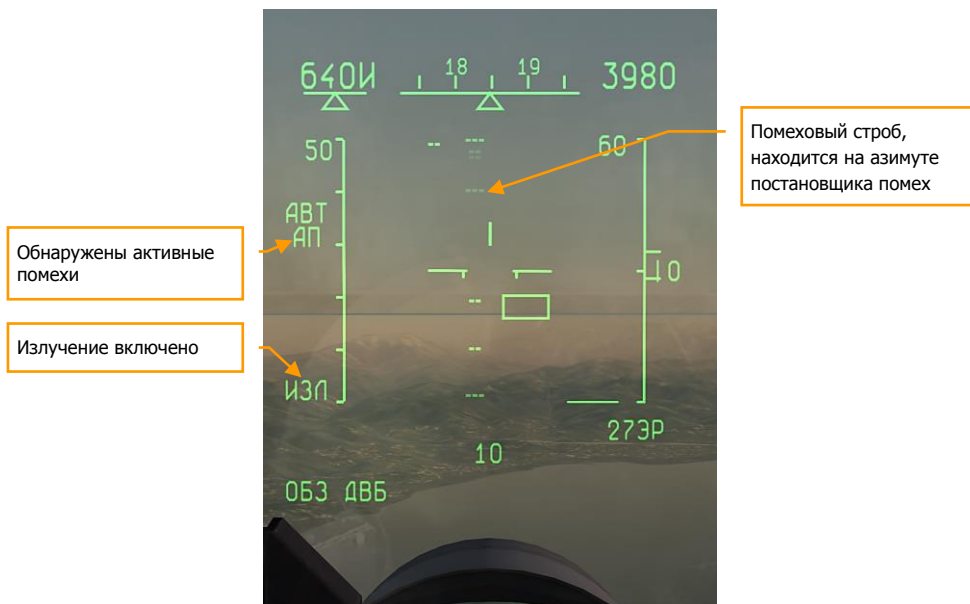
Для этого необходимо управляющим клавишами [;], [L], [·], [/], подвести строб захвата к стробу помех и нажать клавишу захвата – [Enter]. При этом антенна РЛПК ориентируется в направлении источника помех и начнет его автоматически сопровождать. На ИЛС появится метка цели, но при этом будет индцироваться не реальная, а введенная летчиком дальность до цели (например, полученную по радио), по умолчанию – 10 км. В случае, если введенная дальность до цели больше, чем дальность применения выбранных ракет на данной высоте, для пуска необходимо сделать одно из действий: клавишами [RCtrl--] уменьшить ручную дальность до цели, до появления команды ПР, либо снять ограничение на пуск ракет клавишами [LAlt-W].

При применении ракет по постановщику помех следует иметь в виду, что из-за отсутствия информации по дальности, вы не сможете определить возможность поражения цели ракетами. Цель просто может оказаться вне зоны разрешенной дальности пуска. Также следует иметь в виду, что ракеты, летящие в пассивном режиме, имеют меньшую вероятность поражения цели.

На дальности до постановщика помех менее 25 км, энергетических возможностей БРЛС уже достаточно для точного определения местоположения и дальности до цели. Индикация на ИЛС принимает обычный вид режима ОБЗ с указанием дальности до цели.

МОМЕНТ, КОГДА БОРТОВОЙ РАДАР МОЖЕТ РАСПОЗНАТЬ ОТРАЖЕНИЕ СВОЕГО СИГНАЛА, НА ФОНЕ АКТИВНЫХ ПОМЕХ, И ПОЛУЧИТЬ ИНФОРМАЦИЮ О ПАРАМЕТРАХ ЦЕЛИ, НАЗЫВАЮТ ЗАПАДНЫМ ТЕРМИНОМ "ПРОЖИГ" ПОМЕХИ. В СЛУЧАЕ, КОГДА РАДАР НАЧИНАЕТ ВЫВОДИТЬ ПОЛНУЮ ИНФОРМАЦИЮ О ЦЕЛИ, ПРИКРЫТОЙ ПОМЕХАМИ, ГОВОРЯТ: РАДАР "ПРОЖЕГ" ПОМЕХУ.



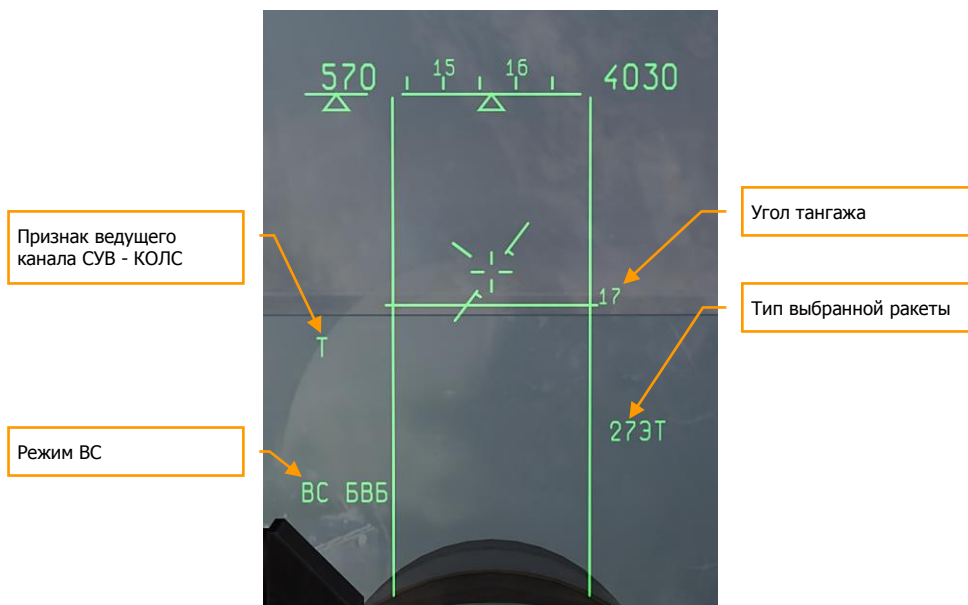


**Рисунок 51: Режим ОБЗ при наличии активных помех**

- Мерцающий вертикальный помеховый строб располагается на азимуте постановщика помех. После его захвата информация на ИЛС подобна режиму РНП с неподвижной меткой текущей дальности до цели.
- Признак наличия активных помех выводится в случае применения самолетами противника систем постановки активных помех.

## Режим ближнего боя – Вертикальное сканирование (ВС)

Этот подрежим [3] наиболее часто используемый в ближнем маневренном бою. В этом подрежиме РЛС или КОЛС сканируют участок воздушного пространства с угловым размером по вертикали  $-10+50$  градусов. На ИЛС индицируются две вертикальные линии, обозначающие границы зоны вертикального обзора прицельных систем. Для захвата цели необходимо маневром самолета добиться её положения близко к виртуальной вертикальной линии, которая начинается с нижней кромки ИЛС и проходит вертикально через центр ИЛС на высоту примерно двух размеров ИЛС. Для того чтобы захватить маневрирующую цель, необходимо загнать её в зону, обрамленную двумя вертикальными линиями, и нажать клавишу [Enter]. Захват не произойдет, если клавиша [Enter] не была нажата.



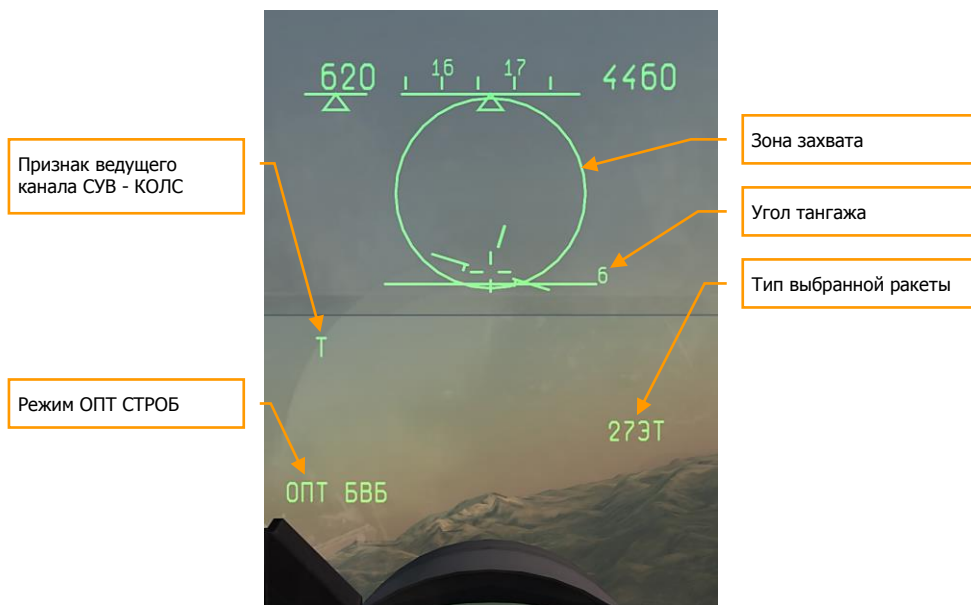
**Рисунок 52: Режим ВС**

При вхождении цели в зону захвата необходимо нажать и удерживать клавишу **[Enter]**, цель будет захвачена в течение 1-3 секунд. После захвата цели индикация на ИЛС сменяется на режим АТАКА.

По умолчанию, при включении режима вертикального сканирования, ведущим каналом выбирается КОЛС. Оружие по умолчанию – ракеты с тепловой ГСН. Для того чтобы применить ракеты с радиолокационными ГСН, необходимо сначала включить ведущий канал РЛПК, клавиша **[I]** и выбрать необходимые ракеты клавишей **[D]**.

## Режим ближнего боя – ОПТ - СТРОБ

Этот подрежим **[4]** подобен подрежиму ВС с тем отличием, что прицельные системы не сканируют, а направлены в одну точку пространства по оси самолета в узком (примерно 2,5 градуса) конусе. Зона обзора показана на ИЛС в виде окружности с угловым размером 2,5 градуса. Для захвата цели необходимо поместить ее внутрь кольца, либо с помощью маневра самолета, либо клавишами управления целеуказателем **[G], [L], [R], [V]** навести кольцо на цель и нажать кнопку захвата **[Enter]**. После захвата цели индикация на ИЛС сменяется на режим АТАКА. Этот режим хорош тем, что благодаря фокусировке прицельных систем в одной точке, захват цели попавшей в поле обзора происходит почти мгновенно. Кроме того, дальность захвата в этом режиме несколько выше, чем в режиме ВС.

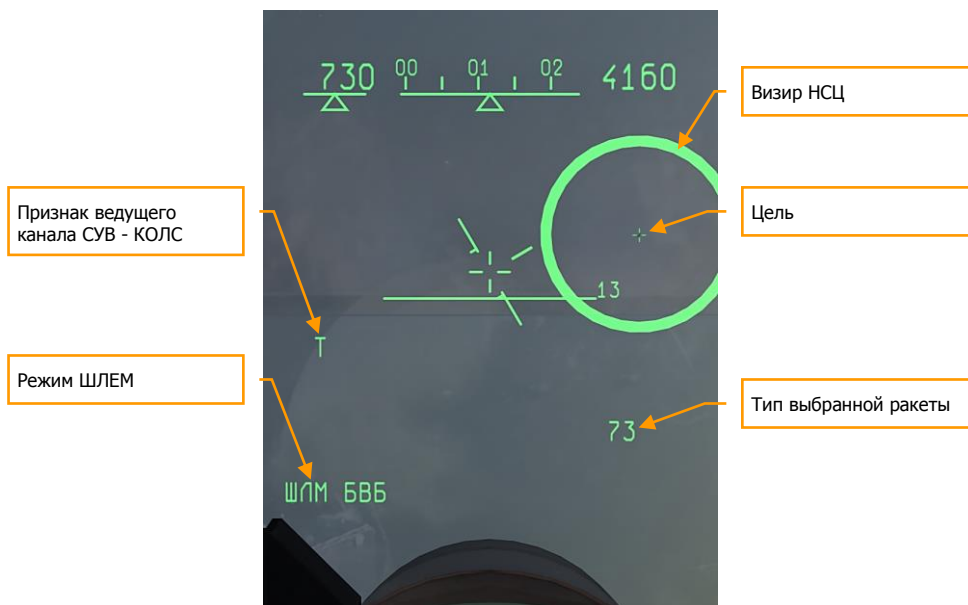


**Рисунок 53: Режим ОПТ СТРОБ**

По умолчанию, при включении режима СТРОБ ведущим каналом выбирается тепловеленгатор КОЛС. Оружие по умолчанию – ракеты с тепловой ГСН. Для того чтобы применить ракеты с радиолокационными ГСН, необходимо сначала включить ведущий канал СУВ РЛС клавишей **[I]** и выбрать необходимые ракеты клавишей **[D]**.

## Режим ближнего боя - ШЛЕМ

Это уникальный подрежим ближнего маневренного боя **[5]**. Благодаря нашлемной системе целеуказания (НСЦ) Щель-ЗУМ, пилот может поворотом головы управлять прицельными системами самолета, направляя их на цель, помещенную в визир НСЦ. Прицельное кольцо на экране эмулирует визир нашлемной системы целеуказания, расположенный перед правым глазом летчика. Летчик поворотом головы может наложить визир на цель и произвести захват. Визир не является символом, отображаемым на ИЛС, и находится всегда по центру экрана. Этот режим применяют в ближнем бою для того, чтобы получить преимущество в пуске УР, т.к. НСЦ позволяет производить захват и пускать ракеты без наведения всего самолета в направлении цели. После того, как вы произвели захват цели, наложив прицельное кольцо на цель и нажав клавишу **[Enter]**, при выполнении всех условий пуска кольцо начнет мигать с частотой 2 Гц, символизируя команду "Пуск разрешен". В случае выхода цели за пределы обзора ГСН ракет поверх кольца появится символ Х..



**Рисунок 54: Режим ШЛЕМ**

После захвата цели индикация на ИЛС сменяется на режим АТАКА.

Режим ШЛЕМ в игре удобно использовать совместно с захватом цели в падлок. Для этого необходимо сначала захватить видимую цель в падлок, клавиша **[NUM DEL]**, а затем включить режим ШЛЕМ, клавиша **[5]**. При этом визир НСЦ сразу будет расположен поверх цели и для захвата останется только нажать **[Enter]**.

## Режим ближнего боя – Фи0

Режим Фи0 (фи-ноль) является резервным режимом в случае отказа прицельных комплексов или СУВ самолета. Включается клавишей **[6]**. Режим используется только для применения ракет с тепловыми или активными ГСН способными захватить цель самостоятельно без помощи прицельных систем. В этом режиме активизируется ГСН ракеты, которая имеет поле обзора в виде конуса, с углом в 2 градуса, вперед по оси ракеты. Для того, чтобы ГСН ракеты захватила цель, достаточно, чтобы цель попала в конус видимости ГСН, центр которого индицируется прицельным крестом внутри силуэта самолета на ИЛС. Для прицеливания необходимо маневром самолета наложить прицельный крест на цель. Когда ГСН ракеты захватывает цель, выдается команда ПР. После появления этой команды можно выполнять пуск ракеты. Обратите внимание, что при генерации команды ПР в этом режиме не учитывается дальность до цели, и, если захват произошел на значительной дальности, особенно на догонных курсах, есть большая вероятность, что ракете не хватит энергии и она не сможет долететь до цели. Общие рекомендации в этом случае сводятся к тому, что необходимо определять дальность до цели визуально.

Применение оружия из режима Фи0 при использовании ракет с тепловой ГСН является скрытым. Т.е. цель может обнаружить пуск ракет в этом режиме только визуально, т.к. она не облучается излучением, на которое может среагировать система предупреждения.

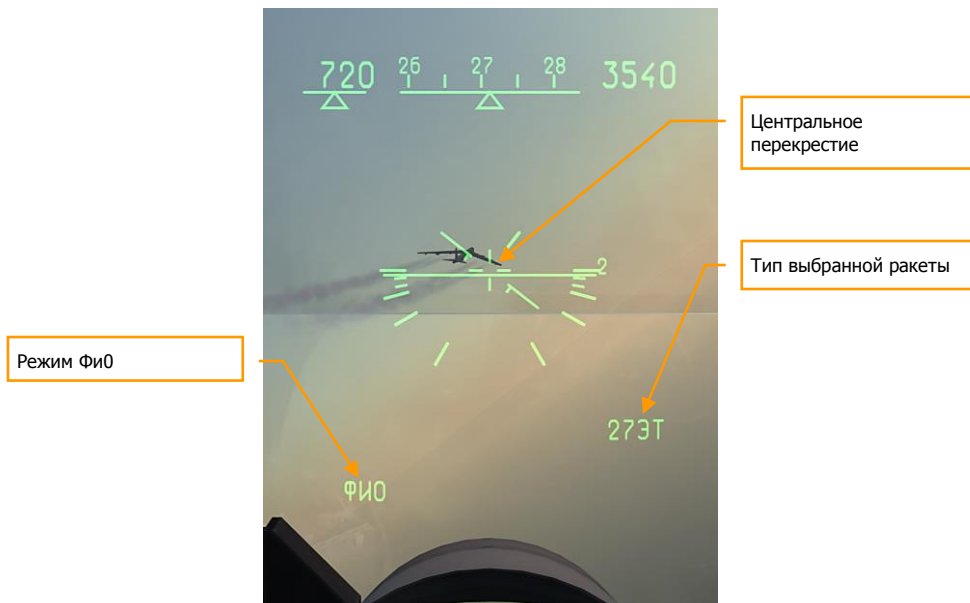
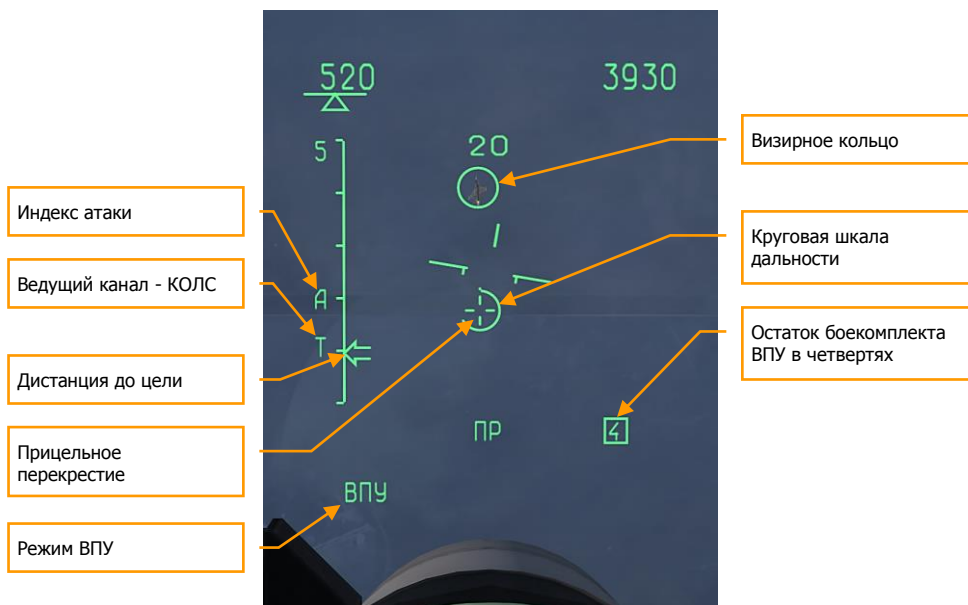


Рисунок 55: Режим Фи0

## Режим применения ВПУ

ВПУ самолета может применяться против воздушных целей. Для этого следует выбрать пушку клавишей [C]. Нажатием клавиши [Enter] захватите цель, когда она будет в зоне захвата ведущего канала. Если ведущий канал захватит цель, СУВ автоматически перейдет в режим несинхронной стрельбы с выводом соответствующей индикации на ИЛС.



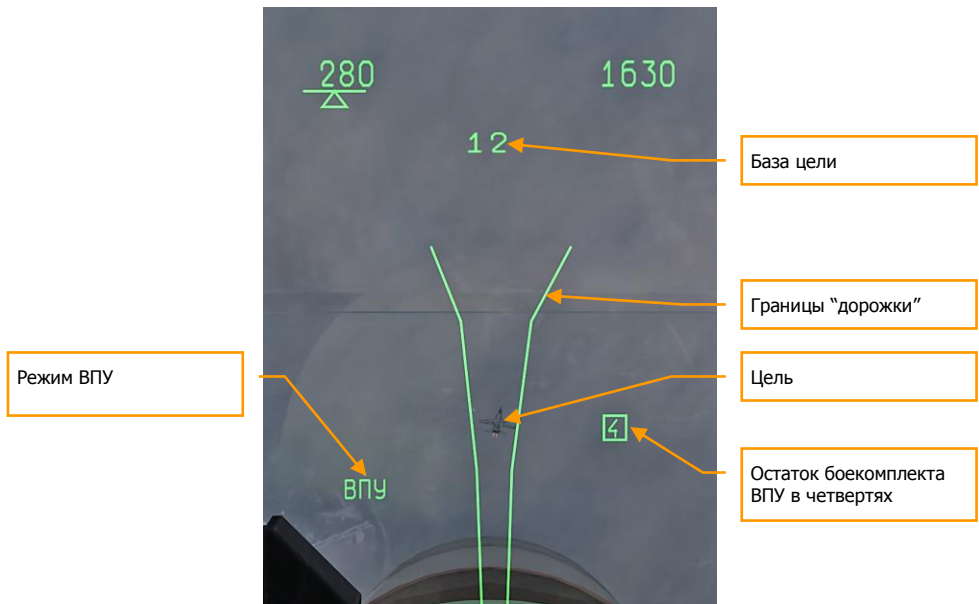
**Рисунок 56: Режим несинхронной стрельбы**

- Подвижное прицельное перекрестие появляется на дальностях менее 1200 метров до цели.
- Круговая шкала дальности показывает дальность до цели в диапазоне 0 – 1200 метров.
- Дальность до цели также индицируется на вертикальной шкале дальности в левой части ИЛС. Масштаб шкалы 5 км.
- Индекс остатка боекомплекта пушки индицирует остаток боекомплекта в четвертях от 4 до 1.

Для прицельной стрельбы необходимо наложить подвижное прицельное перекрестие на цель и открыть огонь, нажав клавишу **[Space]**.

В случае, когда прицельные системы не функционируют или не задействованы, возможна стрельба из ВПУ в режиме "прогноз-дорожка".





**Рисунок 57: Режим "прогноз-дорожка"**

В этом режиме на ИЛС индицируется "прогноз-дорожка", которая графически представляет трассу полета снарядов. Расстояние между границами "дорожки" равно базе цели - это характерная размерность ЛА, в данном случае под базой цели понимается размах крыльев. Базу цели можно изменять клавишами [RAIt--], [RAIt+]. По умолчанию установлена база цели 20 метров.

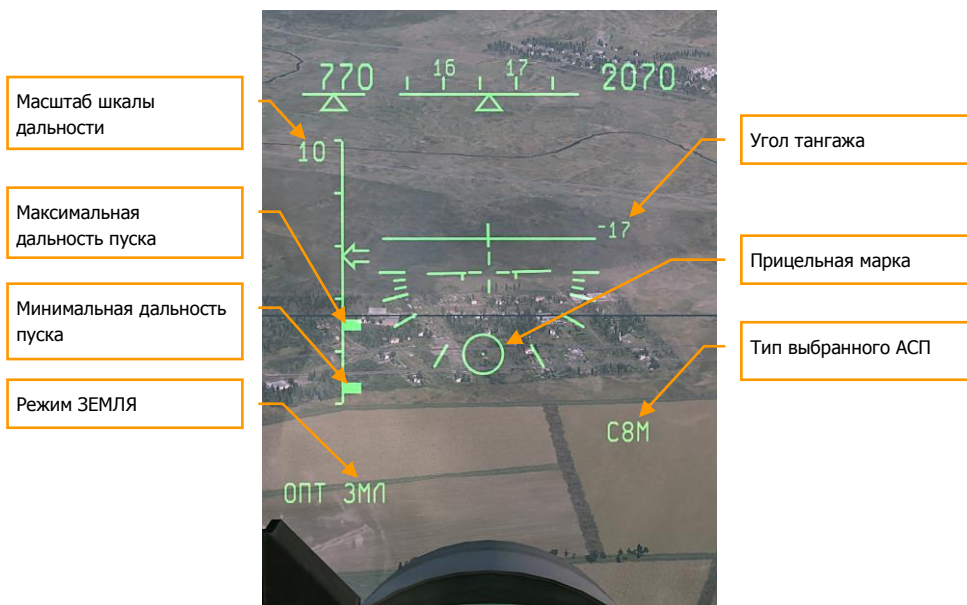
Для прицельной стрельбы в режиме "прогноз-дорожка", необходимо маневром самолета наложить "прогноз-дорожку" на цель таким образом, чтобы концы крыльев цели касались границ "прогноз дорожки". При этом, если база цели выставлена корректно, обеспечивается прицельная стрельба. Стоит также учитывать, что точность стрельбы повышается при совпадении плоскостей маневра цели и истребителя, т.е., если цель идет в вираже с креном 30 градусов, истребителю также рекомендуется соблюдать в вираже этот крен. Стрельба в режиме "прогноз-дорожка" возможна только на догонных курсах.

## Режим "Воздух-Земля"

Су-27 может нести ограниченный арсенал авиационных средств поражения класса "воздух-поверхность". В этот арсенал входят свободнопадающие бомбы и неуправляемые авиационные ракеты (НАР).

Для применения этих АСП по наземным целям используется режим ЗЕМЛЯ [7]. В этом режиме появляются дополнительные символы на ИЛС для вывода прицельной информации. В нижнем левом углу появляется название режима ОПТ ЗЕМЛЯ, под ним выбранный тип оружия. В нижней половине ИЛС появляется прицельная марка выбранного типа оружия. – Методика

применения практически одинакова: необходимо наложить прицельную марку на цель и, при условии соблюдения необходимых параметров сброса или пуска, при появлении команды ПР, произвести сброс, пуск или стрельбу.



**Рисунок 58: Режим ЗЕМЛЯ**

- Вверху шкалы дальности указан масштаб шкалы
- На шкале дальности присутствуют метки максимальной и минимальной дальностей пуска.
- Индикация выбранного режима ОПТ ЗЕМЛЯ расположена в нижнем левом углу ИЛС.
- Цифровой указатель угла тангажа расположен в центре ИЛС.
- Подвижная прицельная марка указывает точку попадания АСП.

В случае применения АСП с тормозными устройствами, суббоеприпасов из КМГУ или некоторых кассетных боеприпасов, обладающих большим лобовым сопротивлением, из-за крутой траектории их падения, прицельная марка даже при пикировании не поднимается с нижнего ограничителя ИЛС, т.е. ее невозможно совместить с целью. В этом случае лучше пользоваться режимом бомбометания в невидимую зону. Подробно этот режим описан в разделе "Применение оружия".

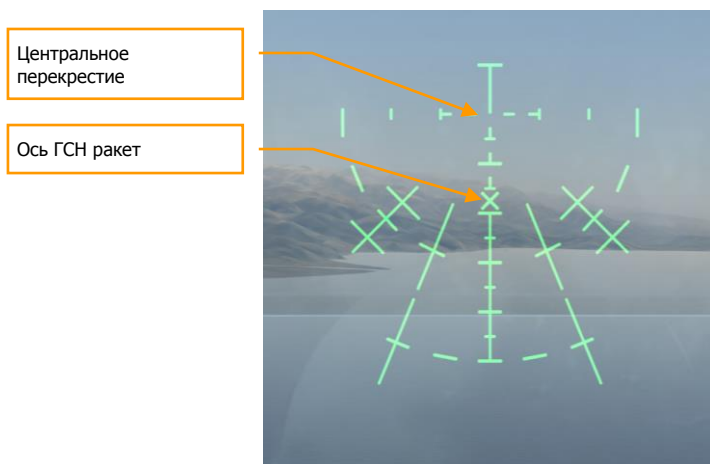
## Неподвижная сетка прицела

Неподвижная сетка – это не боевой режим, а скорее проградуированная схема, которая может выводиться на ИЛС клавишей [8]. При этом СУВ самолета продолжает работать в текущем режиме, но индикация на ИЛС заменяется неподвижной сеткой.

Также сетка является резервным инструментом прицеливания в случае отказа или повреждения СЕИ.

Сетка, отображающаяся на ИЛС, представляет собой аналог простейшего коллиматорного прицела. Прицеливание и вычисление упреждения осуществляется по разметке сетки или на глаз.

Центральное перекрестие сетки ориентируется по направлению оси пушки. В случае применения ракет в режиме Фи0, центр зоны обзора находится ниже центрального перекрестия, напротив прицельной метки - X.



**Рисунок 59: Неподвижная сетка прицела**

## Станции активных помех (САП)

Радиоэлектронная борьба (РЭБ) – это обширная и сложная тема с длинной историей о противодействующих и непрерывно совершенствующихся датчиках, тактике, вооружении и другой аппаратуре из многих стран. В этом разделе мы рассмотрим только несколько мер радиоэлектронного противодействия для активных РЛС или как их недавно назвали "электронные атаки (electronic attack, EA)" – системы, созданные для защиты самолета-носителя.

### Станция активных помех СПС-171 Сорбция

Станция постановки активных помех (САП) СПС-171 Сорбция является аналогом американской станции AN/ALQ-135 установленной в F-15C. Два контейнера станции подвешиваются на законцовки крыла, вместо пусковых устройств ракет Р-73, уменьшая, таким образом, на 2 единицы запас ракет на Су-27. При стандартном использовании, в одном контейнере находится приемный модуль, а в другом – передающий, таким образом, сигналы РЛС противника могут постоянно анализироваться, обрабатываться и ретранслироваться с искажениями, даже если частота или пеленг радиолокатора противника изменены. Использует управляемые антенны для постановки помех по секторам в диапазоне частот облучающей РЛС. Имеет несколько модернизированных режимов работы, что значительно снижает дальность сопровождения и захвата радаром противника.



**Рисунок 60: Контейнер СПС-171 "Сорбция"**

Когда самолет игрока оснащен системой РЭБ, игрок может включать и выключать ее во время выполнения задания с помощью клавиши [E]. Станции требуется время на подготовку к работе (около 15 секунд), в течение этого времени световое табло САП будет мигать. По достижению готовности к работе табло будет гореть непрерывно.



Световое табло  
готовности САП

**Рисунок 61: Световое табло САП**

Включенная станция активных помех уменьшает дальность сопровождения радиолокатором противника, и снижает эффективность атаки приближающихся ракет с радиолокационным наведением. Однако, использование игроком такой станции имеет свои минусы. Станция активных помех может мешать во время пуска и сопровождения ракет с радиолокационным наведением с самолета игрока, РЛС противника, испытывая уменьшение дальности слежения, тем не менее, может воспользоваться увеличившейся дальностью обнаружения, и управляемые ракеты противника могут использовать включенную станцию активных помех в качестве радиомаяка, начав его сопровождение в режиме самонаведения на источник помех. Наилучшей защитой от управляемых ракет является сочетание включенной станции активных помех, постановка пассивных помех (дипольные отражатели) и вертикальные маневры самолета на низких высотах.



# ВООРУЖЕНИЕ





## Вооружение

Вооружение самолета Су-27 подразделяется на пушечное и ракетное. Пушечное вооружение состоит из одной одноствольной 30 мм пушки ГШ-30-1 Грязева-Шипунова, установленной в корне правого крыла. Боезапас пушки составляет 150 снарядов, скорострельность – 1500 выстрелов в минуту. Ракетное вооружение состоит из управляемых ракет, устанавливаемых на авиационные катапультные устройства (АКУ) и авиационные пусковые устройства (АПУ), которые в свою очередь подвешиваются на 10 внешних точках. Стандартный вариант подвески для борьбы с воздушными целями состоит из ракет Р-27 (АА-10 'Alamo') и Р-73 (АА-11 'Archer'). Для поражения наземных целей Су-27 может быть вооружен широкой номенклатурой свободнопадающих бомб и неуправляемых авиационных ракет (НАР), что позволяет ему выполнять задачи ударного самолета. Однако стоит отметить, что для Су-27 данные задачи являются второстепенными.

## Управляемые ракеты воздух-воздух

Все современные истребители, а также большинство ударных самолетов вооружены управляемыми ракетами класса "воздух-воздух". Обладая неоспоримыми преимуществами перед другими средствами вооруженной борьбы в воздухе, они, в то же время, имеют множество ограничений в эксплуатации. Для успешного применения любой ракеты необходимо строго выполнять определенную последовательность действий перед пуском. Для каждой ракеты есть свой алгоритм предпусковых процедур.

У ракеты очень плотная компоновка основных элементов - головки самонаведения, боевой части, двигателя. Запас топлива рассчитан на ограниченное время работы двигателя. Обычно это время порядка 2-15 секунд, в зависимости от типа УР.

В течение этого времени ракета разгоняется до максимальной скорости полета. После окончания работы двигателя ракета расходует запас энергии, полученный при разгоне. Чем выше скорость полета носителя в момент пуска УР, тем большую максимальную скорость разовьет ракета и тем дальше она улетит. При увеличении скорости носителя увеличивается максимальная дальность пуска управляемой ракеты.

На дальность пуска УР сильное влияние оказывает высота полета носителя в момент запуска ракеты. С увеличением высоты полета в момент пуска на 20000 футов, максимальная дальность пуска вырастает примерно в два раза.

Для увеличения максимальной дальности пуска УР применяйте их с возможно больших высот полета

Направление движения цели также оказывает сильное влияние на дальность пуска УР. Дальность пуска увеличивается по целям, летящим навстречу носителю УР. При стрельбе на догонных курсах дальность пуска значительно уменьшается, особенно при высоких скоростях полета цели. Для того чтобы увеличить дальность пуска ракеты, старайтесь атаковать цели на встречных курсах.

Ракеты летают по тем же законам физики, что и самолеты. При маневрировании ракеты расходуют свою энергию, которую при неработающем двигателе восстановить невозможно. Маневрирующая цель, которая заставляет ракету значительно изменять направление полета и тем самым расходовать свою энергию, может просто "измотать" ракету и уйти от поражения.

НА БОЛЬШИХ ДИСТАНЦИЯХ ПУСКА НЕ МАНЕВРИРУЮЩИЕ ЦЕЛИ ПОРАЖАЮТСЯ С БОЛЬШЕЙ ВЕРОЯТНОСТЬЮ.

Ракеты класса В-В предназначены для уничтожения летательных аппаратов. Они делятся на несколько классов по дальности и по способам наведения. По дальности:

- Ракеты ближнего боя. Менее 15 км. (P-73, P-60, AIM-9 и др.)
- Ракеты средней дальности. От 15 км до 75 км. (P-27, P-77, AIM-7, AIM-120 и др.)
- Ракеты большой дальности. Более 75 км. (P-33, AIM-54 и др.)

Основные способы наведения:

- Пассивный тепловой. Инфракрасная головка самонаведения – ИК ГСН. (P-60, P-73, P-27T, AIM-9)
- Пассивный радиолокационный. Наведение на источник излучения. Обычно сочетается с полуактивным или активным наведением. Является дополнительным способом наведения для современных ракет AIM-7M, AIM-120 и P-27P (так называемый режим Home On Jam, HOJ).
- Полуактивный радиолокационный. ПАРГСН. Такие ГСН наводятся на отраженную энергию радиолокатора от доплеровской РЛС самолета-носителя (P-27P/ЭР, AIM-7, P-33)
- Активный радиолокационный. АРГСН. Активные системы имеют свои собственные радиолокационные ГСН встроенные в ракету (P-77, AIM-120, AIM-54).

Кроме того, ракеты средней и большой дальности часто имеют инерциальную систему управления и канал радиокоррекции. Все это позволяет применять их по целям на дальности, большей дальности захвата ГСН ракеты.

Все пассивные ракеты ничего не излучают и сами наводятся на излучение цели, тепловое или радиолокационное. Это ракеты класса "пустил-забыл", т.е. после пуска они являются полностью автономными.

Полуактивные ракеты наводятся на отраженное от цели излучение радара самолета-носителя. Т.е. для того, чтобы такая ракета попала в цель, необходимо, чтобы радар самолета-носителя подсвечивал цель до попадания ракеты.

Активные ракеты на больших дальностях имеют свойства полуактивных, т.е. для их наведения самолет-носитель должен подсвечивать цель радаром и передавать на ракету данные корректировки направления полета. После захвата цели собственной ГСН, которая оборудована радаром, на дальности 10-20 км ракета полностью автономна. Такие ракеты появились относительно недавно и являются самыми совершенными.

Ракета летает по тем же законам, что и самолет. На нее, как и на самолет, действуют сила тяжести и сопротивления воздуха, и для того, чтобы она держалась в воздухе и, тем более, маневрировала, на ракету должна действовать подъемная сила.

После старта ракета разгоняется ракетным двигателем. Обычно это твердотопливные ракетные двигатели, работающие короткое время от 2 до 15 секунд. За это время ракета успевает разогнаться до скорости 2-3 Маха и летит далее по инерции, расходуя кинетическую энергию на преодоление сил сопротивления воздуха и тяжести. По мере уменьшения скорости ракете все сложнее маневрировать, т.к. с уменьшением скорости эффективность управляющих поверхностей падает. Когда скорость ракеты падает ниже 1000-800 км/ч, она становится почти не управляемой и продолжает полет, как снаряд, по баллистической траектории, либо самоликвидируется.

Максимальная дальность пуска ракеты - величина не постоянная, зависящая от многих причин: высоты и скорости полета носителя, ракурса цели, полусферы атаки. Обычно ракеты характеризуются максимальной дальностью пуска, которая достигается на большой высоте, большой скорости, на встречных курсах истребителя и цели. Но стоит учитывать, что дальность пуска это совсем не то же самое, что и дальность полета ракеты. Например, при дальности пуска в 50 км ракета реально пролетает навстречу цели около 30-35 км. У земли, где плотность воздуха максимальна, дальность пуска обычно падает раза в два.

При стрельбе в заднюю полусферу цели дальность пуска тоже значительно уменьшается, т.к. ракете приходится догонять улетающую цель. Дальность стрельбы в заднюю полусферу (ЗПС) обычно раза в 2-3 меньше чем в переднюю (ППС). Например, данные для ракеты Р-27ЭР:

- Максимальная дальность пуска в ППС на высоте 10 000 м. – 66 км.
- Максимальная дальность пуска в ППС на высоте 1000 м. – 28 км.
- Максимальная дальность пуска в ЗПС на высоте 1000 м. – 10 км.

Максимальная дальность пуска рассчитывается из предположения, что цель после пуска будет продолжать полет с теми же параметрами, что и до пуска. Если цель начинает маневрировать, ракета тоже вынуждена маневрировать и быстро терять свою энергию. Поэтому, на практике часто оперируют другим параметром - максимальной дальностью пуска с учетом маневра цели, в западной терминологии R<sub>p1</sub>. Система управления вооружением на истребителе обычно постоянно рассчитывает максимальную дальность пуска по неманевренной цели и максимальную дальность пуска с учетом маневра. Дальность с учетом маневра значительно меньше максимальной и приближается к величине дальности пуска в заднюю полусферу цели, но обеспечивает большую вероятность поражения цели. В игре эти дальности индицируются на шкале дальности ИЛС и ИПВ.

## Ракеты воздух-воздух из арсенала Су-27

### Ракета средней дальности Р-27 (АА-10)

Ракеты средней дальности Р-27 предназначены для перехвата и уничтожения самолетов и вертолетов всех типов, беспилотных летательных аппаратов и крылатых ракет в воздушном бою на средних и больших дистанциях, при автономных и групповых действиях

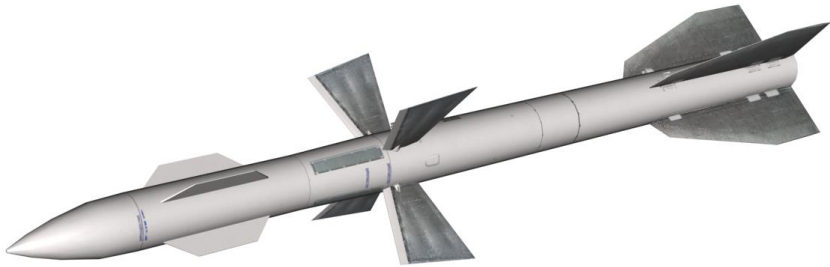
самолетов-носителей, днем и ночью, в простых и сложных метеоусловиях, с любых направлений, на фоне земли и моря, при активном информационном, огневом и маневренном противодействии противника.

Выпускаются в нескольких модификациях, отличающихся применением двух типов головок самонаведения - полуактивной радиолокационной (ПАРГС) и тепловой - и двух типов двигательных установок - со стандартной и увеличенной энерговооруженностью. Модификации с ПАРГС имеют обозначения Р-27Р и Р-27ЭР, с ТГС - Р-27Т, Р-27ЭТ, с двигательной установкой повышенной энерговооруженности - Р-27ЭР и Р-27ЭТ.

Основной материал конструкции ракеты - титановый сплав, корпус двигателя – стальной.

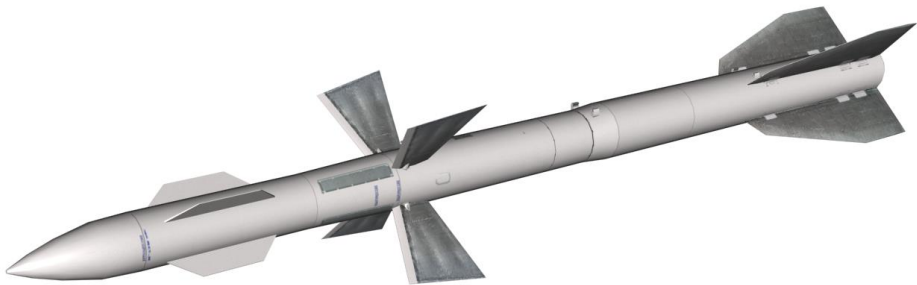
Для подвески на самолетах-носителях и пуска обеих весовых модификаций ракеты используются одни и те же пусковые устройства рельсового и катапультного типа. Рельсовое пусковое устройство АПУ-470 служит для размещения ракет под крыльями самолета, а катапультное устройство АКУ-470, для размещения ракет под фюзеляжем или под крыльями.

В систему управления ракет помимо головки самонаведения входит инерциальная навигационная система с радиокоррекцией. Всеракурсные ракеты Р-27 атакуют цель при любом их начальном положении в диапазоне углов целеуказания 50 градусов для ПАРГСН и 55 градусов для ТГСН. Перегрузка носителя в момент пуска может достигать 5 единиц. Ракеты Р-27 перехватывают воздушные цели, летящие со скоростями до 3500 км/ч в диапазоне высот от 20 м до 27 км. Максимальное превышение (принижение) цели относительно носителя может достигать 10 км. Максимальная перегрузка цели - 8. Совместное применение в боекомплекте самолета ракет Р-27 с различными головками самонаведения повышает помехозащищенность и эффективность системы вооружения авиационных комплексов в целом. Семейство модульных ракет Р-27 разработано в ГосМКБ Вымпел, принято на вооружение в 1987-1990 гг. В настоящее время такими ракетами оснащаются все модификации истребителей МиГ-29 и Су-27.



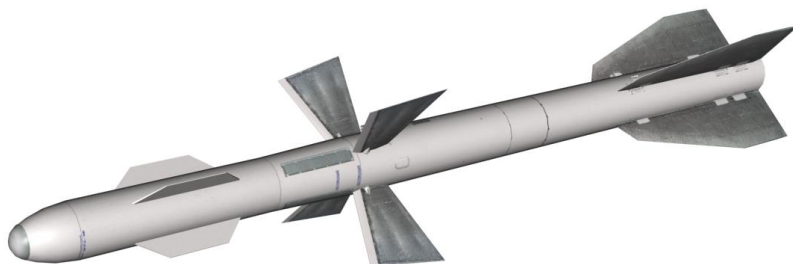
**Рисунок 62: Ракета P-27P**

P-27P. "Изделие 470P" (AA-10A Alamo). Авиационный ракетный комплекс с ракетой класса "воздух-воздух" средней дальности. Принят на вооружение в 1987 г. Ракета имеет систему инерциального наведения с радиокоррекцией, а также полуактивную радиолокационную головку самонаведения на конечном участке полета. Эффективная максимальная дальность стрельбы – 30-35 км. Максимальная скорость поражаемой цели - 3600 км/ч. Максимальная перегрузка цели - 8. Стартовая масса - 253 кг. Длина ракеты - 4 м. Максимальный диаметр корпуса - 0,23 м. Размах крыла - 0,77 м. Размах оперения - 0,97 м. Масса БЧ - 39 кг. Боевая часть стержневого типа.



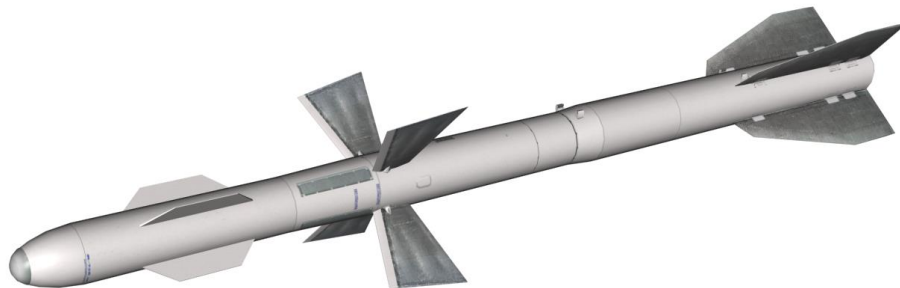
**Рисунок 63: Ракета P-27ЭP**

P-27ЭP. "Изделие 470ЭP" (AA-10C Alamo). Авиационный ракетный комплекс с ракетой класса "воздух-воздух" средней дальности. Модификация ракеты P-27P с повышенной энерговооруженностью. Ракета имеет систему инерциального наведения с радиокоррекцией, а также полуактивную радиолокационную головку самонаведения на конечном участке полета. Максимальная эффективная дальность стрельбы - 66 км. Максимальная высота поражаемых целей - 27 км. Стартовая масса - 350 кг. Длина ракеты - 4,78 м. Максимальный диаметр корпуса - 0,26 м. Размах крыла - 0,8 м. Размах оперения - 0,97 м. Масса БЧ - 39 кг. Боевая часть стержневого типа. Комплексом вооружены истребители Су-27, МиГ-29 и их модификации.



**Рисунок 64: Ракета P-27T**

P-27T. "Изделие 470Т" (AA-10B Alamo). Авиационный ракетный комплекс с ракетой класса "воздух-воздух" средней дальности. Модификация ракеты P-27 с тепловой ГСН. Принят на вооружение в 1983 г. ТГСН ракеты должна захватить цель перед пуском. Максимальная эффективная дальность стрельбы - 30 км. Максимальная высота поражаемых целей - 24 км. Стартовая масса - 254 кг. Длина ракеты - 3,7 м. Максимальный диаметр корпуса - 0,23 м. Размах крыла - 0,8 м. Масса БЧ - 39 кг. Боевая часть стержневого типа. Комплексом вооружены истребители Су-27, МиГ-29 и их модификации.



**Рисунок 65: Ракета P-27ЭТ**

P-27ЭТ. "Изделие 470ЭТ" (AA-10D Alamo) Авиационный ракетный комплекс с ракетой класса "воздух-воздух" средней дальности. Модификация ракеты P-27 с тепловой ГСН и с повышенной энерговооруженностью. Принят на вооружение в 1990 г. Максимальная дальность стрельбы - 60 км, (при условии захвата цели ГСН ракеты). Максимальная высота поражаемых целей - 27 км. Стартовая масса - 343 кг. Длина ракеты - 4,5 м. Максимальный диаметр корпуса - 0,26 м. Размах крыла - 0,8 м. Масса БЧ - 39 кг. Боевая часть стержневого типа. Комплексом вооружен истребитель Су-27 и его модификации.

## Ракета малой дальности Р-73 (АА-11)

Исходя из неутешительных итогов воздушных боев в небе Вьетнама в конце шестидесятых годов, Соединенные Штаты начали разработку первых истребителей четвертого поколения – F-14 и F-15. Как и последующие легкие истребители F-16 и F-18, эти машины создавались для решения задач завоевания господства в воздухе, в первую очередь - для высокоманевренного воздушного боя. В начале семидесятых годов в Советском Союзе в порядке "симметричного ответа" на происки империалистов началась разработка советских перспективных фронтовых истребителей, впоследствии получивших обозначения Су-27 и МиГ-29.

Оценка требований к ракетному оружию, предназначенному для ведения ближнего боя новых высокоманевренных самолетов, показала не полное соответствие вновь поставленным задачам даже специально созданной ракеты ближнего боя Р-60, разработка которой завершалась в эти годы. Как показали результаты анализа, ракеты нового поколения должны были обладать свойствами сверхманевренности и всеракурсности.

Первоначально эти требования были разнесены по двум разным разработкам, осуществляемым различными проектно-конструкторскими организациями. С учетом результатов, предварительных проработок, выполненных в рамках работ по аванпроекту, постановлением от 26 июля 1974 г., определившим требования к будущим Су-27 и МиГ-29, ОКБ "Молния" была задана разработка высокоманевренной малогабаритной ракеты ближнего воздушного боя К-73. Ракета задумывалась как развитие Р-60, но с учетом более высоких требований к маневренности допускался рост массы до значения, промежуточного между Р-60 и Р-13.



**Рисунок 66: Ракета Р-73**

В тот же день, но другим Постановлением КБ "Вымпел" была задана разработка всеракурсной ракеты малой дальности К-14 в порядке дальнейшего развития семейства К-13 с применением новой ТГСН и совершенствованием аэродинамики.

Требования по сверхманевренности определили необходимость выхода К-73 на очень большие углы атаки (около 40°), на которых полностью утрачивалась эффективность традиционных для ракет "воздух – воздух" аэродинамических органов управления. Переход к применению газодинамических органов управления в этих условиях представлялся неизбежным. С учетом относительно небольшой дальности пусков сочли нецелесообразным и использование крыльевых поверхностей. Исходя из малых габаритов и массы первоначального варианта К-73, применение на ней всеракурсной ТГСН не предусматривалось. Тем не менее, в киевском



"Арсенале", на первом этапе, работавшем на конкурсных началах с московской "Геофизикой", была осуществлена разработка достаточно компактной ГСН "Маяк" (ОГС МК-80) с новым чувствительным элементом. Новая ГСН обеспечивала углы целеуказания по пеленгу до 60°, что в двенадцать раз превышало соответствующий показатель ГСН ракеты Р-60. Позднее угол прокачки гироскоординатора был доведен до 75°, а угловая скорость слежения - до 60 градусов в секунду. В ГСН "Маяк" также реализованы и новые эффективные меры борьбы с естественными и искусственными помехами. Наряду с соответствующим выбором диапазона чувствительности фотоприемника, в аппаратуре ГСН применили импульсно-временную модуляцию сигнала, ввели блок цифровой обработки сигнала с несколькими независимыми каналами. Для повышения эффективности за счет поражения более уязвимых и важных элементов цели (как, например, летчик) применено наведение в точку, смещенную вперед по отношению к соплу двигателя цели.

Несмотря на формальное отсутствие требования по всеракурсности, разработчики К-73 стали ориентироваться на применение ГСН "Маяк", так как уже стало очевидно то, что рано или поздно это требование будет предъявлено ко всем ракетам ближнего боя. Обретение новых достоинств потребовало увеличения габаритов и массы К-73.

Исходная бескрылая схема с малым аэродинамическим качеством ограничивала маневренные возможности ракеты. Подход к цели осуществлялся с большими углами атаки, неблагоприятными для эффективного поражающего действия боевой части. В течение некоторого времени рассматривался вариант ракеты без аэродинамических органов управления, но с довольно развитым шестиконсольным хвостовым опереньем.

Однако применение только газодинамических органов управления ограничивало полетное время продолжительностью работы двигателя, что существенно снижало гибкость тактического применения.

Исходя из этого, на совещании под руководством заместителя главного конструктора Г.П. Дементьева была принята аэродинамическая схема, близкая к К-60. Однако, в отличие от прототипа, при наличии на ракете полноценного автопилота с традиционными гироскопами пришлось обеспечить стабилизацию по крену. Применение кинематически связанных между собой элеронов взамен роллеронов не сопровождалось существенным утяжелением ракеты, так в ее хвостовой части и на более ранних вариантах размещались элементы рулевого привода для задействования газодинамических органов управления - расположенных на срезе сопла секторных интерцепторов, вводимых в поток продуктов сгорания для его отклонения. Для приемлемой динамики управления автопилот использовал информацию от перьевых датчиков углов атаки и скольжения, размещенных впереди дестабилизаторов, которые, как и на Р-60, обеспечивали спрямление воздушного потока перед аэродинамическими рулями.

Комплекс перьевых датчиков, дестабилизаторов и рулей образует характерную "елочку" на первом отсеке ракеты - ГСН. Аэродинамические рули с попарной аэродинамической связью задействуются размещенными в передней части второго отсека рулевыми машинами, за которыми располагаются блоки автопилота и активного радиовзрывателя. Третий отсек занимает твердотопливный газогенератор. Вырабатываемое им рабочее тело поступает на рулевые машины аэродинамических рулей и через проходящий через гаргрот газопровод - на расположенные в хвостовом отсеке ракеты рулевые машины интерцепторов и элеронов. Четвертый отсек представляет собой стержневую боевую часть, внутри которой размещается ПИМ. Радиус поражения боевой части составляет около 3,5 м. Пятый отсек - однорежимный твердотопливный ракетный двигатель. В хвостовом отсеке двигателя установлены рулевые машины привода элеронов и газодинамических интерцепторов.

Основные элементы ракеты, за исключением стального корпуса двигателя, выполнены из алюминиевых сплавов. Отсеки соединены штыковыми замками, за исключением концевых отсеков, имеющих фланцевые соединения. Полностью скомпонованная ракета поставляется в герметично закрытом деревянном упаковочном ящике. Подвеска ракеты на пусковое устройство П-72 или П-72Д (АПУ-73-1 или АПУ-73-1Д) производится посредством трех ярусов бугелей

В результате слияния двух коллективов разработчиков ракет "воздух-воздух", отработка К-73 завершалась в стенах ОКБ "Вымпел". Ракета была принята на вооружение как **Р-73** Постановлением от 22 июня 1984 г. Максимальная дальность пусков составила до 30 км в передней полусфере на большой высоте. В целом, летно-технические характеристики существенно превышали заданные, но при этом масса ракеты более чем в полтора раза превысила первоначально принятое значение.

За рубеж ракеты экспортировались в варианте К-73Э, при этом первые поставки были осуществлены в ГДР в 1988 г. За рубежом ракета обозначалась AA-11 Archer. Ракеты Р-73 в сочетании с наשלемыми прицельными устройствами "Щель-ЗУМ" позволяют достичь устойчивое превосходство в ближнем бою, что подтверждается, в частности, опытом совместных тренировок пилотов бывших стран Организации Варшавского договора (в том числе - ГДР) с летавшими на лучших западных истребителях летчиками ВВС стран, традиционно входивших в НАТО.

В девяностые годы "Вымпел", в ходе ряда международных выставок, неоднократно демонстрировало различные направления совершенствования ракет типа Р-73. В частности, были опубликованы снимки летных испытаний по осуществлению "обратного старта" ракеты для обороны ударных самолетов от атаки с задней полусферы.

Дальность стрельбы - 0,3 км - 20 км. Стартовая масса - 105 кг. Длина ракеты - 2,9 м. Максимальный диаметр корпуса - 0,17 м. Размах крыла - 0,51 м. Размах оперения - 0,38 м. Максимальная высота поражаемых целей - 20 км. Максимальная скорость поражаемой цели - 2500 км/ч. Масса БЧ - 7,4 кг. Максимальная перегрузка цели - 12. Комплексом вооружены истребители МиГ-29, Су-27 и их модификации.

Таблица внизу сравнивает характеристики ракет семейства Р-27

Параметры	Р-27Р/Т	Р-27ЭР/ЭТ
Год принятия на вооружение	1987	1990
Самолеты-носители / боекомплект	МиГ-29/4; МиГ-29СМТ/4; Су-27/4; Су-35/4; Су-34/4; Су-33/6	
Система управления вооружением	СУВ С-29; СУВ С-29М; СУВ С-27; СУВ С-27М	
Аэродинамическая схема	"Утка" с дестабилизаторами	
Масса, кг	253	354
Масса БЧ, кг	39	

Тип БЧ	Стержневая	
Диаметр корпуса, м	0,23	0,23/0,26
Длина, м	3,96	4,56
Размах оперения, м	0,77	0,8
Энерговооруженность Кгс / Кг	62	94
Тип РДТТ	Однорежимный	Двухрежимный
Целеуказание ГСН	Фиу = $\pm 50^\circ$ для РГСН; Фиу = $\pm 55^\circ$ для ИК ГСН	
Тип системы наведения	Инерциально-корректируемое наведение; самонаведение с захватом ПАРГС на траектории; ИГС, охлаждаемая азотом	
Метод наведения	Пропорциональное наведение	
Максимальная скорость цели, км/ч	3500	
Диапазон высот поражения цели, км	0,03 - 25	0,03 - 27
Максимальная дальность пуска в ППС / ЗПС, км	45/18	70/30
Минимальная дальность пуска в ЗПС, км	0,5	
Перегрузка перехватываемой цели	8	

## Оружие класса воздух-поверхность

Оружие воздух-поверхность можно разделить на две категории: управляемое и неуправляемое. Управляемое оружие - это УР класса "воздух-поверхность" и управляемые авиационные бомбы (УАБ). Неуправляемое оружие - это свободнопадающие бомбы и неуправляемые авиационные ракеты (НАР).

Первоначально Су-27 может применять только свободнопадающие бомбы и неуправляемые ракеты.

Свободнопадающие бомбы - это основное оружие ударной авиации, широко применяемое во всех крупных вооруженных конфликтах в последние 80 лет. Управляемое оружие, обладая высокой точностью, в тоже время является гораздо более дорогим средством поражения.

Точность обычных бомб невелика. Они падают по баллистическим траекториям, не имея возможности маневрировать. Для увеличения точности попадания самолет-носитель должен совершать полет по прямолинейной траектории. Даже незначительные отклонения по крену и тангажу приводят к снижению точности попадания. Также негативное влияние на точность оказывает ветер. Свободнопадающие бомбы невозможно применять в ситуациях, когда требуется высокая точность попадания в цель или нежелательны разрушения вокруг объекта атаки.

ДАЖЕ НЕБОЛЬШИЕ КОЛЕБАНИЯ НОСИТЕЛЯ В МОМЕНТ СБРОСА БОМБ ПРИВОДЯТ К ЗНАЧИТЕЛЬНОМУ СНИЖЕНИЮ ТОЧНОСТИ ПОПАДАНИЯ.

Максимальная дальность падения свободнопадающих бомб зависит от двух факторов: скорости и высоты полета носителя в момент отделения боеприпасов. При увеличении скорости и высоты полета увеличивается дальность бомбометания, но падает точность.

Масса обычных бомб лежит в диапазоне значений от 50 кг до, примерно, 1500 кг и выше, от величины массы бомб зависит их поражающее действие. В большинстве бомб общего назначения применяются унитарные боевые части. В кассетных же бомбах боевая часть состоит из множества суббоеприпасов, снаряженных взрывчатым веществом, которые разбрасываются на большой территории.

ДАЛЬНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ СВОБОДНОПАДАЮЩИХ БОМБ ЗАВИСИТ ОТ СКОРОСТИ И ВЫСОТЫ ПОЛЕТА НОСИТЕЛЯ В МОМЕНТ ОТДЕЛЕНИЯ БОЕПРИПАСОВ.

Неуправляемые авиационные ракеты широко применяются против слабобронированной техники и живой силы противника. На точность НАР сильное влияние оказывают условия пуска. Небольшое отклонение траектории полета носителя при пуске НАР приводит к значительному отклонению ракет от цели. Ветер также оказывает влияние на точность. В основном, неуправляемые ракеты применяются массированно, в залпах. Большое количество НАР покрывает значительную площадь и обеспечивает поражение цели.

Для увеличения вероятности поражения цели, НАР применяются в залпах.

## Свободнопадающие бомбы

Су-27 имеет ограниченные возможности по атаке наземных целей. Самолет может быть вооружен свободнопадающими бомбами и неуправляемыми ракетами, подвеска которых осуществляется вместо ракет "воздух-воздух".

Свободнопадающие бомбы не имеют никаких систем наведения и управления, падают по баллистической кривой, параметры которой зависят от скорости полета и угла наклона траектории самолета во время сброса.

### ФАБ-100, ФАБ-250, ФАБ-500 – бомбы общего назначения

Семейство фугасных авиабомб различной мощности. Цифра в названии бомбы определяет калибр бомбы (приблизительный вес в кг). Эффективны против наземных объектов, техники, оборонительных сооружений, мостов и укреплений. Диапазон условий пуска: скорость 500-1000 км/ч.

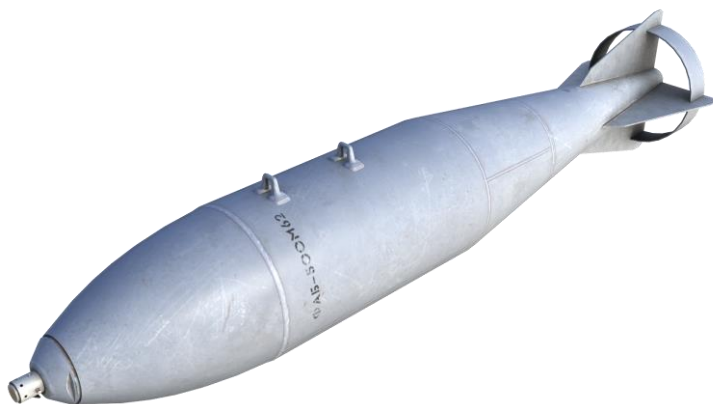


Рисунок 67: Фугасная авиабомба ФАБ-500

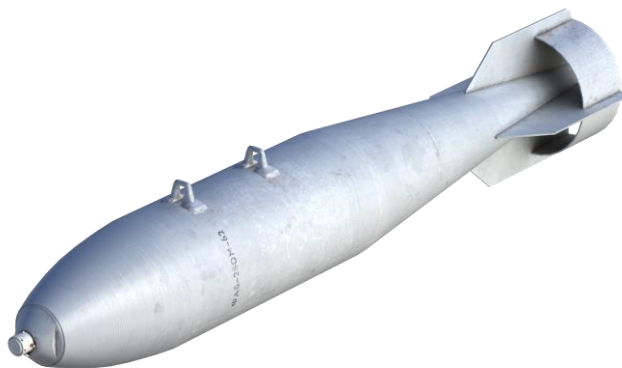
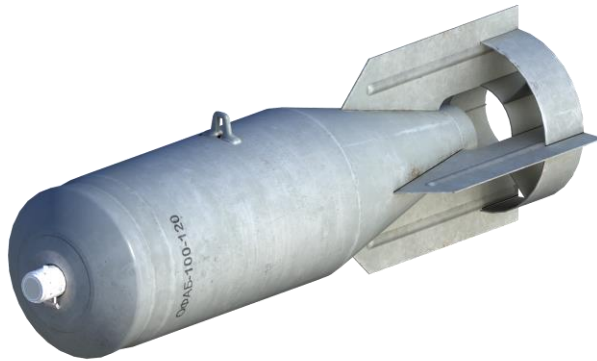


Рисунок 68: Фугасная авиабомба ФАБ-250



**Рисунок 69: Фугасная авиабомба ФАБ-100**

### БетАБ-500ШП Бетонобойная авиабомба

Специальная бомба, эффективная против бетонных бункеров и бетонных ВПП. Имеет парашют и твердотопливный ускоритель. Сначала парашют замедляет движение бомбы, что дает самолету возможность покинуть зону поражения и ориентирует бомбу по нормали к земной поверхности. Затем начинает работать ускоритель, разгоняя бомбу до необходимой для проникновения в бетон скорости. В отличие от фугасных бомб, имеет мощный корпус с толстыми стенками, позволяющий бомбе пробивать толщу бетона без серьезной деформации до взрыва. Сбрасывается с высоты 150-1000 м на скорости от 550 до 1100 км/ч.



**Рисунок 70: Бетонобойная авиабомбы БетАБ-500ШП**

## САБ-100 – осветительная авиабомба



**Рисунок 71: Осветительная авиабомба САБ-100**

Осветительная бомба калибром 100 килограмм используется для создания локального освещения в районе цели в темное время суток. Сброс происходит на высоте 1000-3000 метров, после чего из бомбы по очереди выбрасываются 7 осветительных элементов. Каждый элемент снабжен парашютом для замедления скорости падения. Время свечения элементов 1-5 минут.

## РБК-250, РБК-500 – кластерные авиабомбы

РБК представляют собой тонкостенные авиационные бомбы, предназначенные для снаряжения мелкими осколочными, противотанковыми, зажигательными бомбами или авиационными противопехотными и противотанковыми минами. Кассеты имеют габариты фугасных авиабомб калибра 100-500 кг и обозначаются шифром, в котором отмечаются сокращенное название кассеты, ее калибр и тип снаряжения (например, РБК-250 АО-1 – осколочная авиационная бомба весом 250 кг). Различные типы РБК отличаются друг от друга способом разбрасывания суббоеприпасов.



**Рисунок 72: Разовая бомбовая кассета РБК-250**

В головной части кассеты имеется стакан, в который вкладывается вышибной заряд из черного пороха и ввертывается дистанционный взрыватель. При сбрасывании РБК запускается в действие дистанционный взрыватель, который срабатывает через установленное время на траектории кассеты в воздухе и воспламеняет вышибной заряд. Давлением пороховых газов кассета разделяется на 2 части, бомбы выталкиваются из нее и падают самостоятельно. Точки разрыва бомб за счет их аэродинамического рассеивания распределяются на некоторой



площади, называемой площадью накрытия. В зависимости от угла, который составляла при выталкивании бомб ось кассеты с линией горизонта, площадь накрытия ограничивается либо кругом, если угол равен  $90^\circ$ , либо эллипсом, если он меньше  $90^\circ$ . Размеры площади накрытия зависят от скорости кассеты и высоты раскрытия. Для увеличения площади накрытия РБК могут иметь специальные устройства для выброса бомб с определенной начальной скоростью и временным интервалом.

Есть несколько типов РБК различающихся снаряжением.

РБК-250 АО-1 снаряжена 150 осколочными элементами. Длина РБК 2120 мм, диаметр 325 мм. Вес РБК 273 кг. Вес элементов 150 кг. Максимальная площадь поражения РБК - 4800 м<sup>2</sup>.



**Рисунок 73: Разовая бомбовая кассета РБК-500**

РБК-500 АО-2,5РТМ снаряжена 108 элементами АО-2,5РТМ. Длина РБК 2500 мм, диаметр 450 мм. Вес РБК 504 кг. Вес элементов 270 кг. Вес одного элемента (бомбы) АО-2,5РТМ составляет 2,5 кг, длина 150 мм, диаметр 90 мм. Сброс кассет РБК-500 АО-2,5РТМ производится с самолетов, летящих со скоростью от 500 до 2300 км/ч на высотах от 300 м до 10 км.

### КМГУ-2 – контейнер малогабаритных грузов унифицированный

Контейнеры мелких грузов КМГУ (КМГУ-2) предназначены для боевого применения авиабомб малых калибров, не имеющих подвесных ушков, и мин. Бомбы и мины укладываются в контейнер в специальных блоках - БКФ (блоках контейнерных для фронтальной авиации). КМГУ состоит из корпуса цилиндрической формы с передним и задним обтекателями и содержит 8 блоков БКФ с авиабомбами или минами, устанавливаемых в отсеки. Отсеки закрываются створками, управляемыми пневмосистемой.



**Рисунок 74: Контейнер малогабаритных грузов унифицированный КМГУ-2**

Электросистема КМГУ обеспечивает тактический сброс боеприпасов по блочно, серий с интервалами между блоками 0,005, 0,2, 1,0 и 1,5 с. На самолетах семейства Су-25 блоки БКФ обычно снаряжаются 12 осколочными авиабомбами АО-2,5РТ калибра 2,5 кг или 12 противотанковыми минами ПТМ-1 массой 1,6 кг или 156 фугасными минами ПФМ-1С массой 80 г. Контейнеры КМГУ (КМГУ-2) подвешиваются по одному на универсальные балочные держатели типа БДЗ-У. Бомбометание производится на высотах 50-150 м и со скоростью 500-900 км/ч. Разрешение на сброс регулируется показаниями приборов.

## Неуправляемые авиационные ракеты (НАР)

Несмотря на существование высокоточного оружия, неуправляемые ракеты остаются распространенным оружием "воздух-поверхность", объединяя эффективность и простоту использования с небольшой стоимостью. Неуправляемая ракета имеет сравнительно простую конструкцию, состоит из взрывателя, боевой части, далее следует корпус ракеты с двигателем и стабилизаторы. Неуправляемые ракеты обычно располагаются в специальных контейнерах или пусковых трубах. Двигатель ракеты начинает работать в момент запуска. Благодаря тяге двигателя, который обычно работает от 0,7 до 1,1 с. в зависимости от типа ракеты, она ускоряется до 2100-2800 км/ч. После окончания работы двигателя ракета, подобно снаряду, движется по баллистической траектории. Для обеспечения устойчивого полета ракета имеет раскладывающийся стабилизатор, расположенный в хвостовой части. Некоторые типы ракет дополнительно стабилизируются вращением вокруг продольной оси. В зависимости от боевых задач, самолет может снаряжаться неуправляемыми ракетами разных калибров (от 57 мм до 370 мм) с различными боевыми частями. Взрыватель может срабатывать от удара или на определенном расстоянии от земли для увеличения площади поражения осколками.

Точность попадания зависит от эффективной дальности, которая зависит от типа и калибра неуправляемой ракеты. Так как ракета летит без какого-либо управления, ее точность уменьшается при увеличении расстояния до цели. Каждый тип неуправляемой ракеты имеет возможную зону пуска, ограниченную эффективной зоной поражения и безопасным расстоянием. Безопасная дальность зависит от типа боевой части, веса и предохраняет самолет, с которого происходит пуск, от повреждения осколками после взрыва. НАР обычно применяются на скорости 600-1000 км/ч при пикировании под углом 10-30 гр. Маневрируя самолетом, пилот должен установить прицельную марку на цель и произвести пуск.

## НАР С-8

Неуправляемая ракета среднего калибра (80 мм). Располагается в специальной кассете Б-8, вмещающей 20 ракет. Для улучшения точностных характеристик 6 перьев стабилизатора при выходе ракеты из трубы принудительно раскрывались газовым поршнем под действием отбираемых из камеры сгорания твердотопливного двигателя пороховых газов. В раскрытом положении перья фиксировались. В сложенном положении узел стабилизатора был уложен между шестью соплами твердотопливного двигателя ракеты и закрыт стаканом, срывающемся при пуске. Для быстрого разгона и раскрутки тяжелой ракеты С-8 тяга твердотопливного двигателя по сравнению с двигателем ракеты С-5 увеличена, а время его работы сокращено до 0,69 с. Рассеяние С-8 в полете и круговое вероятное отклонение составляло 0,3 % дальности, а дистанция эффективного пуска - 2000 м.



**Рисунок 75: Блок НАР Б-8М1**

Существует специальная модификация ракеты С-8ЦМ (целеуказательная маркерная) снаряженная специальным составом для целеуказания путем постановки сигнального дыма в районе цели. Благодаря этому другие самолеты ударной группы получали возможность издалека обнаруживать район цели и ориентироваться в обстановке.

## НАР С-13

132 мм неуправляемая ракета, расположена в кассете Б-13, вмещающей 5 ракет. Предназначена для борьбы с укрепленными объектами и прочными сооружениями (дотами, укрытиями, аэродромными капонирами и взлетно-посадочными полосами) на вооружение ВВС России были приняты крупнокалиберные неуправляемые авиационные ракеты блочного пуска 013 калибром 122 мм. Сохранив основные конструктивные решения С-8 (размещение перьев стабилизатора в сложенном положении между сопел твердотопливного двигателя, их принудительное раскрытие и фиксация), С-13 имели улучшенную баллистику и точность.



**Рисунок 76: Блок НАР УБ-13**

Эти ракеты могут иметь боевые части разных типов. Может проникать на 3 м в землю или пробивать 1 м бетонных сооружений. Эффективная дальность 3000 м. С-13Т, один из вариантов С-13, двухступенчатая ракета, которая детонирует внутри цели после проникновения (до 6 м земной поверхности и 2 м бетона). При попадании в ВПП повреждает область площадью 20 кв. м.

Осколочно-фугасная боевая часть С-130Ф создает 450 осколков, весом 25-35 г каждый, эффективна против легко бронированных целей.

Все типы ракет С-13 рассчитаны на боевое применение с самолета при скорости 600-1200 км/ч.

Пуск ракет типа С-13 производится из 5-зарядного блока Б-13Л. Длина блока 3558 мм, диаметр 410 мм. Вес пустого блока 160 кг.

Ракетами типа С-13 оснащены самолеты Су-17М4, Су-24, Су-25, Су-27, МиГ-23, МиГ-27 и вертолеты Ми-8, Ми-24, Ми-28 и Ка-50.

## НАР С-25

Тяжелая неуправляемая ракета С-25 выпускалась в двух вариантах: с осколочной боевой частью С-25-0 и фугасной боевой частью С-25-Ф.

Ракета С-25-Ф имеет калибр 340 мм и полную длину 3310 мм. Стартовый вес 480 кг. Фугасная боевая часть весом 190 кг содержит 27 кг взрывчатого вещества и оснащена контактным взрывателем, имеющим несколько степеней замедления.



**Рисунок 77: НАР С-25**

Ракета С-25-0 при том же калибре имела полную длину 3307 мм и стартовый вес 381 кг. Боевая часть весом 150 кг оснащается радиовзрывателем, обеспечивающим взрыв боевой части на высоте от 5 до 20 м от грунта в зависимости от предварительной установки взрывателя. При взрыве образуется до 10 тыс. осколков.



**Рисунок 78: НАР С-25 в пусковом контейнере**

При размещении в контейнере 4 пера стабилизатора ракеты С-25 уложены между четырех сопел, имеющих скос для придания ракете вращения. Твердотопливный двигатель ракеты С-25 имеет цельный заряд весом 97 кг из высококалорийного смесового топлива. Между соплами двигателя установлен трассер, служащий для наблюдения и фотоконтроля полета ракеты.

Прицельная дальность пуска С-25 составляет 4000 м. В конце 1973 г. было решено разработать на базе неуправляемой авиационной ракеты С-25-Ф корректируемую ракету С-25Л с лазерной головкой самонаведения 2Н1, а также энергоблоком с силовым приводом и рулями. Для ее пуска создано 1-зарядное устройство ПУ-0-25-Л.

Спецификация неуправляемых ракет представлена в таблице ниже:

НАР	Эффективная дальность	Масса, кг	Тип боевой части
С-80ФП	2,2	15,2	Осколочно-фугасная
С-8ЦМ	2,2	15	Дымовая (целеуказательная)
С-13-ОФ	2,5	68/67	Осколочно-фугасная
С-24Б	2	235	Осколочно-фугасная
С-25-ОФ	4	480	Осколочно-фугасная

# РАДИОСООБЩЕНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ





# РАДИООБЩЕНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ

Когда воздушные бои только начали появляться, связь между летчиками представлялась весьма затруднительной, а подчас и невозможной. В отсутствие радиосвязи, летчикам приходилось, в основном, изъясняться с помощью знаков, подаваемых руками. Согласованные действия между летчиками, особенно во время ближнего воздушного боя, были практически невозможны.

Хотя современная электроника намного увеличила возможности связи, коммуникация по-прежнему имеет ряд досадных ограничений: десятки, если не сотни, участников сражений, используют заданную радиочастоту, и когда все эти люди пытаются одновременно переговариваться в пылу сражения, то переговоры становятся путанными, обрывочными и непонятными. Поэтому летчики стараются соблюдать строгую радиодисциплину, строя сообщения по общему принципу: **позывные, команда, описание**. "Позывные" указывают для кого предназначено сообщение, и от кого оно исходит, "команда" содержит краткие инструкции для получателя сообщения, а в "описании" указывается дополнительная информация. Например::

## Чевы 22, Чевы 21, круто вправо, воздушные цели ниже, 4 часа

Это сообщение отправил самолет № 1 из звена Чевы, и оно предназначено ведомому № 2 из звена Чевы. Чевы 21 приказал Чевы 22 выполнить крутой поворот вправо. Описательная часть сообщения объясняет почему: т.к. воздушные цели находятся ниже его самолета в направлении справа и чуть позади.

Радиосообщения должны быть короткими и понятными

В игре используется три вида радиокommunikации:

- Радиокomанды, которые игрок посылает другим самолетам.
- Радиосообщения, поступающие игроку с других самолетов, от оператора наземной системы слежения и т.д.
- Речевые сообщения и предупреждения от своего самолета игроку

## Радиокomанды

Следующая таблица описывает виды сообщений и радиокomанд в игре. В зависимости от типа сообщения может потребоваться от двух до трех последовательных нажатий клавиш для выбора требуемого сообщения. Есть также клавиши быстрого вызова, позволяющие послать сложное сообщение одним нажатием клавиши.

- Получатель сообщения – эта колонка указывает, кому предназначено сообщение, это может быть: звено, отдельный ведомый, РП (руководитель полетов), наземный персонал.
- Команда – указывает тип сообщения ("Атаковать", "Запрос на взлет...", и т.д.)

Подкоманда – в некоторых случаях подкоманда уточняет конкретный вид команды (например, "Атакуй мою цель" или "Боевой порядок фронт").

Как показано в таблице ниже, в зависимости от вида команды, требуется два или три нажатия клавиши для составления нужного сообщения. Например, чтобы приказать ведомому № 3 атаковать цель игрока, нажмите F3, F1, F1.

### Радиокоманды игрока

Получатель сообщения	Команда	Подкоманда	Описание команды	Ответ на команду
Звено или ведомый	Атакуй...	Мою цель	Игрок приказывает ведомому атаковать захваченную им с помощью РЛС, ОЛС или в падлок цель. Уничтожив цель, ведомый вернется на свое место в боевом порядке.	Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает "[X] <b>Принял</b> ", "[X] <b>Понял</b> ", или "[X] <b>Подтверждаю</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b> ", или "[X] <b>Не имею возможности</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.

		Моего врага	Игрок приказывает ведомому атаковать самолет противника, атакующий игрока.	Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает "[X] <b>Принял</b> ", "[X] <b>Понял</b> ", или "[X] <b>Подтверждаю</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b> ", или "[X] <b>Не имею возможности</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.
		Воздушные цели	Игрок приказывает ведомому покинуть боевой порядок и атаковать воздушные цели, находящиеся в пределах зон обнаружения прицельных систем. Уничтожив цели, ведомый вернется на свое место в боевом порядке.	Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает: "[X] <b>Работаю по воздушной цели</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b> ", или "[X] <b>Не имею возможности</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.

	Средства ПВО	Игрок приказывает ведомому покинуть боевой порядок и атаковать обнаруженные средства ПВО противника. Уничтожив цель, ведомый вернется на свое место в боевом порядке.	Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает: "[X] <b>Работаю по средствам ПВО</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b> ", или "[X] <b>Не имею возможности</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.
	Наземные цели	Игрок приказывает ведомому покинуть боевой порядок и атаковать обнаруженные надводные цели в пределах зон обнаружения прицельных систем. Уничтожив цели, ведомый вернется на свое место в боевом порядке.	Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает: "[X] <b>Атакую корабль</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b> " или "[X] <b>Не имею возможности</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.

		<p>Морские цели</p>	<p>Игрок приказывает ведомому покинуть боевой порядок и атаковать обнаруженные надводные цели в пределах зон обнаружения прицельных систем. Уничтожив цели, ведомый вернется на свое место в боевом порядке.</p>	<p>Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает: "[X] <b>Атакую корабль</b>", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b>" или "[X] <b>Не имею возможности</b>", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.</p>
		<p>Цель и в строй</p>	<p>Игрок приказывает ведомому покинуть боевой порядок и выполнить плановое задание самостоятельно, в соответствии с указанными в миссии целевыми зонами и приоритетами, после чего вернуться в боевой порядок.</p>	<p>Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает: "[X] <b>Принял</b>", "[X] <b>Понял</b>", или: "[X] <b>Подтверждаю</b>", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b>", или: "[X] <b>Не имею возможности</b>", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.</p>

		Цель и в возврат	Игрок приказывает ведомому покинуть боевой порядок и выполнить плановое задание самостоятельно, в соответствии с указанными в миссии целевыми зонами и приоритетами и вернуться на аэродром.	Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает: "[X] <b>Принял</b> ", "[X] <b>Понял</b> " или "[X] <b>Подтверждаю</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b> " или "[X] <b>Не имею возможности</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.
Звено или ведомый	Следуй...	На базу	Ведомый покинет боевой порядок и направится к запланированному аэродрому для посадки. Если аэродром для посадки не запланирован, ведомый попытается приземлиться на ближайший аэродром своей коалиции.	Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает: "[X] <b>Принял</b> ", "[X] <b>Понял</b> " или "[X] <b>Подтверждаю</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b> " или "[X] <b>Не имею возможности</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.



		По маршруту	Ведомый покинет боевой порядок и проследует по маршруту самостоятельно в соответствии с планом миссии.	Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает: "[X] <b>Принял</b> ", "[X] <b>Понял</b> " или "[X] <b>Подтверждаю</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b> ", или "[X] <b>Не имею возможности</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.
		Занять позицию	Ведомый покинет боевой порядок и будет летать над текущим пунктом маршрута.	Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает: "[X] <b>Принял</b> ", "[X] <b>Понял</b> " или "[X] <b>Подтверждаю</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b> ", или "[X] <b>Не имею возможности</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.
Звено или ведомый	Радар...	Включить	Игрок приказывает ведомому включить РЛС.	Ведомый сообщает: "[X] <b>Включил излучение</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.

		Выключить	Игрок приказывает ведомому выключить РЛС.	Ведомый сообщает: " <b>[X] Отключил излучение</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.
Звено или ведомый	РЭБ...	Включить	Игрок приказывает ведомому включить станцию постановки помех.	Ведомый сообщает: " <b>[X] Станция РЭБ включена</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.
		Выключить	Игрок приказывает ведомому выключить станцию постановки помех.	" <b>[X] Станция РЭБ выключена</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.
Звено или ведомый	Дымы	Включить	Игрок приказывает ведомому включить дымогенераторы.	Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает: " <b>[X] Принял</b> ", " <b>[X] Понял</b> " или " <b>[X] Подтверждаю</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: " <b>[X] Не подтверждаю</b> " или " <b>[X] Не имею возможности</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.

		Выключить	Игрок приказывает ведомому выключить дымогенераторы.	Ведомый выключает дым и сообщает: "[X] <b>Принял</b> ", "[X] <b>Понял</b> ", или "[X] <b>Подтверждаю</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.
Звено или ведомый	Прикрой меня		Игрок приказывает ведомому атаковать ближайший самолет, представляющий угрозу для игрока.	Ведомый сообщает: "[X] <b>Принял</b> ", "[X] <b>Понял</b> ", или "[X] <b>Подтверждаю</b> ", где [X] это номер ведомого в боевом порядке.
Звено или ведомый	Сброс подвесок		Игрок приказывает ведомому сбросить подвески.	Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает: "[X] <b>Принял</b> ", "[X] <b>Понял</b> ", или "[X] <b>Подтверждаю</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b> ", или "[X] <b>Не имею возможности</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.

Звено	Построение	Возврат в строй	Самолеты звена прекратят выполнять текущую задачу и вернуться в боевой порядок группы.	Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает: "[X] <b>Понял, занимаю строй</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b> ", или "[X] <b>Не имею возможности</b> ", где [X] это номер ведомого в боевом порядке.
		Фронт	Самолеты звена займут свои позиции в боевом порядке "Фронт"	Если ведомый может выполнить эту команду, он сообщает: "[X] <b>Принял</b> ", "[X] <b>Подтверждаю</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке. Если ведомый не может выполнить команду, он ответит: "[X] <b>Не подтверждаю</b> " или "[X] <b>Не имею возможности</b> ", где [X] - это номер ведомого в боевом порядке.
		Колонна	Самолет игрока – лидер звена, второй самолет звена находится позади него на расстоянии около 0,8 км. Третий самолет звена находится позади второго на расстоянии около 0,8 км. Четвертый самолет звена находится позади третьего на расстоянии около 0,8 км.	
		Пеленг	Стандартный боевой порядок.	
		Сомкнутый	Игрок приказывает ведомым сомкнуть строй - уменьшить расстояние между самолетами.	

		Разомкнутый	Игрок приказывает ведомым разомкнуть строй – увеличить расстояние между самолетами.	
--	--	-------------	---	--

ДРЛО	Позывной ДРЛО	Курс на ближайшую цель	Игрок запрашивает курс, дистанцию и высоту полета до ближайшего ЛА противника.	Если противник находится в пределах зон наблюдения самолета ДРЛО или КП, то следует сообщение: "[A], [B], азимут на цель [X][X] удаление [Y][Y][Y], [C], [D]" где (A) - это позывные игрока, [B] - это "Olympus" или "ДРЛО" в зависимости от того, какой самолет пилотирует игрок – американский или российский, [X][X] – азимут на противника (в градусах), [Y][Y][Y] – расстояние до цели, выраженное в километрах, если пилотируется российский самолет и в милях - если американский, [C] - превышение (низковысотная, средневьсотная, высотная), [D] - аспект (сближается, расходитесь, дистанция не меняется).
------	---------------	------------------------	--	--

		Курс на точку	Игрок запрашивает курс и расстояние до ближайшего своего аэродрома.	"[A], [B], Азимут на точку [X][X], удаление [Y][Y][Y]", где [A] - это позывные игрока, [B] - это "Olympus" или "ДРЛО" в зависимости от того, какой самолет пилотирует игрок – американский или российский, , [X][X] – направление на аэродром (в градусах), [Y][Y][Y] - расстояние до аэродрома в километрах, если пилотируется российский самолет, и в милях, если американский.
--	--	---------------	---	---



		Курс на заправщик	Игрок запрашивает курс и расстояние до ближайшего самолета-топливозаправщика.	<p>"[A], [B], азимут на заправщик [X][X] удаление [Y][Y][Y]", где [A] - это позывные игрока, [B] - это "Olympus" или "ДРЛО" в зависимости от того, какой самолет пилотирует игрок – американский или российский, [X][X] – направление на топливозаправщик (в градусах), [Y][Y][Y] – расстояние до топливозаправщика, выраженное в километрах, если пилотируется российский самолет и в милях - если американский. Если в воздухе нет ни одного топливозаправщика, следует сообщение: "[A], [B], самолет-заправщик не подтверждаю", где (a) это позывные игрока, [B] это "Olympus" или "ДРЛО" в зависимости от того, какой самолет пилотирует игрок – американский или российский.</p>
--	--	-------------------	---	---

		Запрос боевой обстановки	Игрок запрашивает курс, дистанцию, высоту полета и аспект всех ЛА противника в пределах зон обнаружения прицельных систем.	Если противник находится в пределах зон наблюдения самолета ДРЛО или КП, то следует сообщение: "[A], [B], азимут на цель [X][X] удаление [Y][Y][Y], [C], [D]" где (A) - это позывные игрока, [B] - это "Olympus" или "ДРЛО" в зависимости от того, какой самолет пилотирует игрок – американский или российский, [X][X] – азимут на противника (в градусах), [Y][Y][Y] – расстояние до цели, выраженное в километрах, если пилотируется российский самолет и в милях - если американский, [C] - превышение (низковысотная, средневисотная, высотная), [D] - аспект (сближаетесь, расходитесь, дистанция не меняется). Если самолеты ДРЛО или КП не сопровождают никакие цели, то последует ответ: " <b>[A], [B], Целей не наблюдаю</b> ", где [A] - это
110	РАДИОСООБЩЕНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ			позывные игрока, [B] - это "Olympus" или "ДРЛО"

				в зависимости от того, какой самолет пилотирует игрок – американский или российский.
РП	Позывные аэродрома	Запрос на руление	Игрок запрашивает разрешение вырулить на ВПП.	От РП следует ответ: "[A], [B], <b>разрешаю руление на полосу [X][X]</b> ", где [A] это позывной игрока, [B] - позывной РП, [X][X] - номер полосы.
		Запрос на взлет	Игрок запрашивает разрешение на взлет.	Если ВПП свободна, то от РП следует ответ: "[A], [B], <b>взлет по готовности</b> ", где [A] это позывной игрока, [B] - позывной РП.
		Запрос на посадку	Игрок запрашивает разрешение на посадку на ближайшей дружественной авиабазе.	"[A], [B], <b>Посадку разрешаю, посадочный [C][C]</b> ", где [A] это позывной игрока, [B] - позывной РП, и [C][C] - посадочный курс.
Наземный обслуживающий персонал (НОП)		Подвеска вооружения	Игрок запрашивает НОП о подвеске выбранного набора оружия.	НОП отвечает: " <b>Принял</b> ". После подвески оружия НОП сообщает: " <b>Командир, оружие подвешено</b> "
		Заправка топливом	Игрок запрашивает НОП о заправке топливом.	
		Ремонт	Игрок запрашивает НОП о ремонте.	Полный ремонт закончен в течение 3 минут.
Другие	Другие сообщения указываются автором миссии через событие-триггер.			

## Радиосообщения

В процессе игры объекты ИИ будут посылать радиосообщения игроку. Во время боевого вылета ведомые будут сообщать о своих действиях и предупреждать об обнаруженных угрозах, руководитель полетов будет давать информацию, касающуюся взлетно-посадочных операций.

- Инициатор сообщения – указывает, кто посылает сообщение – ведомый, ДРЛО, РП и т.д.
- Событие – ситуация, в которой генерируется сообщение.
- Радиосообщение – текст радиосообщения, которое слышит игрок.

### Радиосообщения

Инициатор сообщения	Событие	Радиосообщение
Ведомый	Начинает разбег.	"[X], начал движение", где [X] - номер ведомого.
	Убрал шасси.	"[X], шасси убрал", где [X] - номер ведомого.
	Был поражен объектами противника.	"[X] в меня попали", или "[X] имею повреждения", где [X] - номер ведомого. Например: "Второй, имею повреждения"
	Готов к катапультированию.	"[X] катапультируюсь", или "[X] прыгаю", где [X] - номер ведомого. Например: "Третий, прыгаю"
	Возвращается на базу после получения повреждений.	"[X] возврат", или "[X] иду на точку", где [X] - номер ведомого. Например: "Четвертый, иду на точку"
	Произвел пуск ракеты класса "воздух-воздух".	"Пуск ракеты [X]", где [X] - номер ведомого. Например: "Пуск ракеты, второй"
	Ведет стрельбу из пушки.	"Веду стрельбу [X]", где [X] - номер ведомого. Например: "Веду стрельбу, третий"
	Наблюдает облучение РЛС противника.	"[X], облучение, [Y] час", где [X] - номер ведомого и [Y] - направление на источник излучения по циферблату часов. Например: "Второй, облучение, три часа"
	Наблюдает облучение радаром ПВО противника.	"[X] облучение с земли, [Y] час", где [X] - номер ведомого и [Y] - направление на источник излучения по циферблату часов. Например: "Второй, облучение с земли, три часа"
По ведомому был произведен пуск ракеты класса земля-воздух.	"[X] пуск ЗРК, [Y] час", где [X] - номер ведомого и [Y] - направление на ракету по циферблату часов. Например: "Второй, пуск ЗРК, три часа"	

По ведомому был произведен пуск ракеты класса "воздух-воздух".	"[X] пуск ЗРК, [Y] час", где [X] - номер ведомого и [Y] - направление на ракету по циферблату часов. Например: "Второй, пуск ЗРК, три часа"
Визуально наблюдает ЛА противника.	"[X] вижу цель, [Y] час", где [X] - номер ведомого и [Y] - направление на противника по циферблату часов. Например: "Второй, вижу цель, три часа"
Выполняет оборонительный маневр.	"[X] выполняю оборонительный маневр", где [X] - номер ведомого. Например: "Второй, выполняю оборонительный маневр"
Поразил ЛА противника.	"[X] цель поражена", "[X] цель уничтожена", или "[X] Попал! Попал!", где [X] - номер ведомого. Например: "Второй, цель уничтожена"
Поразил наземный объект или корабль противника.	"[X] объект поражен", или "[X] есть попадание", где [X] - номер ведомого. Например: "Второй, объект поражен"
Наблюдает на радаре ЛА противника и запрашивает разрешение на атаку.	"[X] разрешите атаковать", где [X] - номер ведомого. Например: "Второй, разрешите атаковать"
Произвел сброс бомб.	"[X] сброс", где [X] - номер ведомого. Например: "Второй, сброс"
Произвел пуск ракеты класса воздух-земля.	"[X] пуск ракеты", где [X] - номер ведомого. Например: "Второй, пуск ракеты"
Произвел пуск НАР.	"[X] отработал НАРами", где [X] - номер ведомого. Например: "Второй, отработал НАРами"
Начинает атаку цели в запланированной точке.	"[X] на боевом" или "[X] начинаю работу", где [X] - номер ведомого. Например: "Второй, начинаю работу"
Наблюдает появление на радаре новой цели.	"[A] обнаружил цель, азимут [X][X] удаление [Y][Y][Y]", где [A] номер ведомого, [X][X] азимут на цель в градусах и [Y][Y] удаление до цели в милях, если самолет США, и в километрах для самолетов России. Например: "Третий, обнаружил цель, азимут один восемь удаление ноль пять ноль"
Остается запас топлива только для возвращения на базу.	"[X] рубеж возврата", где [X] - номер ведомого. Например: "Второй, рубеж возврата"
Закончился боезапас.	"[X] боекомплект израсходовал", где [X] - номер ведомого.

	Наблюдает, что ЛА противника находится сзади.	"Сзади!"
	Наблюдает, что самолет игрока поражен.	"Первый, катапультируйся!"
Руководитель полетов (РП)	Самолет игрока сел на полосу и закончил пробег.	"[X], рулите на стоянку", где [X] - позывной самолета. Например: "Ястреб один один, рулите на стоянку"
	Самолет игрока достиг точки входа в глиссаду, был передан под управление КП. Полоса свободна.	"[X], выполняйте заход, посадочный [Y][Y]", где [X] - позывной самолета [Y] - посадочный курс полосы. Например: "Ястреб один один, выполняйте заход, посадочный девять ноль"
	Самолет игрока достиг точки входа в глиссаду, был передан под управление КП. Полоса занята.	"[X], выполняйте уход", где [X] - позывной самолета. Например: "Сокол один один, выполняйте уход."
	Самолет игрока выше глиссады.	"[X], выше глиссады", где [X] - позывной самолета. Например: "Орел один один, выше глиссады."
	Самолет игрока ниже глиссады.	"[X], ниже глиссады", где [X] - позывной самолета. Например: "Орел один один, ниже глиссады."
	Самолет игрока на глиссаде.	"[X], на глиссаде", где [X] - позывной самолета. Например: "Орел один один, на глиссаде."

## Сообщения речевого информатора

Использование современных технологий значительно расширило боевые возможности летательных аппаратов. Современные самолеты обладают встроенными средствами диагностики состояния различных систем и узлов летательного аппарата, средствами информирования летчика о неисправностях бортовых систем и о приближении критических режимов полета. До того, как женщины стали боевыми пилотами, разработчики самолетов решили, что женский голос будет резко выделяться на фоне мужских голосов, наводнивших радиоэфир.

- Причина сообщения – Причина вызывающая соответствующее сообщение речевого информатора.

- Сообщение – Фраза, генерируемая речевым информатором

### Сообщения речевого информатора

Причина сообщения	Сообщение
Пожар в правом двигателе	"Пожар в правом двигателе"
Пожар в левом двигателе	"Пожар в левом двигателе"
Элементы системы управления полетом были выведены из строя или получили повреждения	"Проверь управление полетом"
Шасси остались в выпущенном положении на скорости более 470 км/ч	"Убери шасси"
Самолет находится на посадочной глиссиде с убранными шасси	"Выпусти шасси"
Остаток топлива позволяет долететь только до ближайшего своего аэродрома	"Аварийный остаток топлива"
Остаток топлива 1500 литров	"Остаток 1500 килограмм"
Остаток топлива 800 литров	" Остаток 800 килограмм "
Остаток топлива 500 литров	" Остаток 500 килограмм "
САУ не функционирует	"Отказ САУ"
Повреждена инерциальная система	" Отказ ИНС"
Станция постановки помех не функционирует	"Отказ СПП"
Отказ гидросистемы	" Отказ гидросистемы"
Отказ системы предупреждения о пуске ракет	" Отказ СППР"
Не функционирует оборудование в кабине	"Отказ оборудования"
Не функционирует ОЛС	" Отказ ОЛС"
Не функционирует РЛПК	" Отказ РЛС"
Командный пилотажный прибор не работает	"Отказ КПП"
Повреждены системы, не относящиеся к системе управления вооружением и системам управления полетом	"Внимание"
Самолет достиг или превысил предельно допустимое значение угла атаки	"Предельный угол атаки, предельная перегрузка"
Самолет достиг или превысил предельное значение перегрузки	"Предельная вертикальная перегрузка"
Самолет достиг или превысил предельно допустимую скорость	"Предельная скорость"
Впереди внизу, на расстоянии 15 км или ближе, обнаружена ракета противника, летящая в направлении самолета игрока	"Ракета впереди внизу"
Впереди вверху, на расстоянии 15 км или ближе, обнаружена ракета противника, летящая в направлении самолета игрока	" Ракета впереди вверху "
Сзади внизу, на расстоянии 15 км или ближе, обнаружена ракета противника, летящая в направлении самолета игрока	" Ракета сзади внизу "
Сзади вверху, на расстоянии 15 км или ближе, обнаружена ракета противника, летящая в направлении самолета игрока	" Ракета сзади вверху "
Справа внизу, на расстоянии 15 км или ближе, обнаружена ракета противника, летящая в направлении самолета игрока	" Ракета справа внизу "
Справа вверху, на расстоянии 15 км или ближе, обнаружена ракета противника, летящая в направлении самолета игрока	" Ракета справа вверху "
Слева внизу, на расстоянии 15 км или ближе, обнаружена ракета противника, летящая в направлении самолета игрока	" Ракета слева внизу "
Слева вверху, на расстоянии 15 км или ближе, обнаружена ракета противника, летящая в направлении самолета игрока	" Ракета слева вверху"



# ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА



## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА

Успешное ведение воздушного боя - это непростая задача. Пилоты военно-воздушных сил всех государств долгое время вырабатывают навыки, необходимые для успешного использования возможностей своих самолетов. Хотя в авиационном симуляторе и невозможно полностью смоделировать все аспекты, присутствующие в жизни, тем не менее, виртуальному пилоту необходимо разбираться в основных понятиях из области летной эксплуатации авиационной техники.

### Приборная воздушная скорость и истинная воздушная скорость

С уменьшением высоты полета растет плотность воздуха. Более плотная среда способствует росту подъемной силы и сопротивления всех элементов самолета. Разреженный воздух на больших высотах уменьшает несущие свойства и снижает сопротивление самолета в целом и способствует достижению высоких скоростей полета. Самолет, пролетающий 700 км за час, имеет другие летные характеристики по сравнению с самолетом, пролетающим 1000 км за час. Реальная скорость, с которой самолет пролетает сквозь воздушную массу, называется истинной воздушной скоростью полета. Она автоматически вводит поправку на давление и плотность воздуха. Связанная с истинной скоростью, путевая скорость – это реальная скорость самолета относительно земли. Она равна истинной скорости плюс-минус ветер.

На большинстве современных летательных аппаратов установлены указатели скорости, в которых учитываются изменения плотности воздуха и влажности на разных высотах. Скорость самолета, при которой эти изменения не учитываются, называется приборная. Для летчика именно приборная скорость является опорной для определения маневренных возможностей своего самолета в полете, и, обычно, она выводится на системах индикации и указывается на приборах самолета.

УКАЗАТЕЛИ СКОРОСТИ В КАБИНЕ ПОКАЗЫВАЮТ ПРИБОРНУЮ СКОРОСТЬ САМОЛЕТА

### Вектор скорости

Указатель положения вектора скорости летательного аппарата присутствует на ИЛС западных боевых самолетов и называется Flight Path Marker (FPM). Он указывает на текущее направление движения самолета в пространстве, что не обязательно совпадает с направлением, куда в данный момент повернута носовая часть самолета. Если направить указатель положения вектора скорости на определенную точку на земле, то самолет прилетит именно туда. Этот указатель важен для летчика на различных этапах маневрирования – от ведения воздушного боя до захода на посадку. Современные маневренные самолеты, такие как F-15, обладают возможностью полета на больших углах атаки, когда самолет движется в одном направлении, а продольная ось самолета направлена в сторону от направления движения.

## Указатель угла атаки

Как известно, направление вектора скорости полета самолета может не совпадать с направлением продольной оси самолета. Угол между проекцией вектора скорости на плоскость симметрии самолета и продольной осью самолета называется углом атаки. Когда летчик перемещает рукоятку управления самолетом в направлении на себя, он увеличивает угол атаки самолета. Если в горизонтальном полете летчик уменьшит тягу двигателей, то самолет начнет снижаться. Для продолжения горизонтального полета необходимо увеличить угол атаки самолета.

Углы атаки и скорости полета самолета связаны с его несущими свойствами. При увеличении угла атаки полета до критического значения, увеличивается аэродинамическая подъемная сила. Увеличение скорости полета при постоянном угле атаки также способствует росту подъемной силы. Однако, сопротивление самолета также растет при увеличении угла атаки и скорости полета. Необходимо помнить о возможности попадания самолета в критические режимы полета. Например, сваливание самолета может наступить при изменении летчиком углов атаки до значений выше определенных ограничений. Ограничения всегда указываются в руководствах по летной эксплуатации (РЛЭ) для всех типов летательных аппаратов.

При активном маневрировании на больших углах атаки самолет может попасть в режим сваливания

При увеличении угла атаки самолета до определенного значения над верхней поверхностью крыла появляется зона срывного обтекания. Несимметричный отрыв воздушных масс с левой и правой консолей крыла приводит к развитию бокового движения и сваливанию самолета. Сваливание может возникнуть при превышении летчиком определенного значения угла атаки. Особенно опасно попасть в этот режим во время ведения воздушного боя. Штопорящий и практически неуправляемый самолет становится легкой добычей для противника.

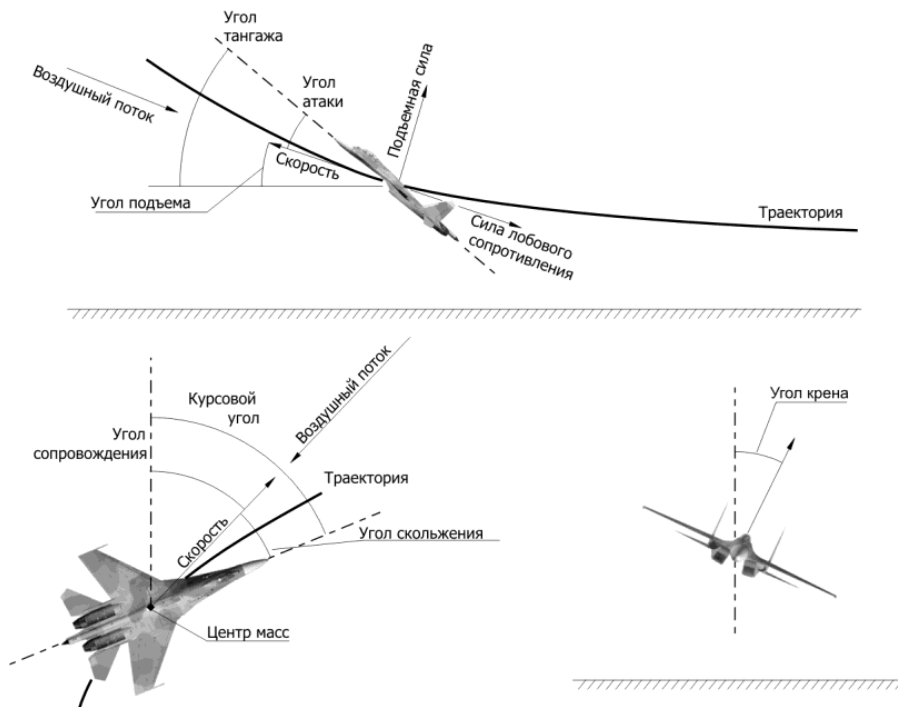
В штопоре самолет вращается вокруг вертикальной оси, постоянно теряя высоту. Определенные типы самолетов могут также колебаться по крену и тангажу. В штопоре летчик должен сконцентрировать свое внимание на выводе самолета из этого опасного режима. Существует много методик для вывода разных типов самолета из штопора. Как правило, необходимо уменьшить величину тяги, развиваемую силовой установкой, отклонить педали в направлении противоположном вращению, РУС отклонить в положение "от себя". Эти положения органов управления необходимо выдерживать до прекращения вращения самолета и перехода его в управляемое пикирование. После этого следует плавно вывести самолет в горизонтальный полет, при этом нужно следить, чтобы самолет не начал снова сваливаться в штопор. Потеря высоты может достигать величины нескольких сотен метров.

Для вывода самолета из штопора: уменьшите тягу, отклоните педали против направления вращения, РУС отклоните в положение "от себя". Эти положения органов управления выдерживайте до прекращения вращения самолета

## Угловая скорость разворота и радиус виража

Вектор аэродинамической подъемной силы направлен перпендикулярно вектору скорости полета самолета. Пока сила тяжести уравновешивается подъемной силой, самолет совершает

горизонтальный полет. При увеличении крена самолета уменьшается проекция подъемной силы на вертикальную плоскость (в которой лежит вектор силы тяжести).



Углы тангажа , рыскания и крена

### Рисунок 79: Движение самолета в пространстве

Величина располагаемой подъемной силы оказывает влияние на маневренные характеристики самолета. Важными показателями маневренности являются максимальная угловая скорость разворота самолета в горизонтальной плоскости и радиус виража. Эти величины зависят от приборной скорости полета самолета, высоты и его несущих свойств. Скорость разворота измеряется в градусах в секунду. Чем выше скорость разворота, тем быстрее самолет развернется. Следует различать установившиеся (без потери скорости) и неустановившиеся маневры (с потерей скорости). Лучший по этим показателям самолет должен обладать минимальными радиусами виражей и максимальными скоростями разворота в как можно более широком диапазоне высот и скоростей полета.



**Figure 80: Силы действующие на самолет при маневре**

## Скорость разворота

При увеличении нормальной перегрузки увеличивается скорость разворота и уменьшается радиус виража. Существует такая оптимальная скорость полета, при которой достигаются скорость разворота, близкая к максимальной, и минимально возможный радиус виража.

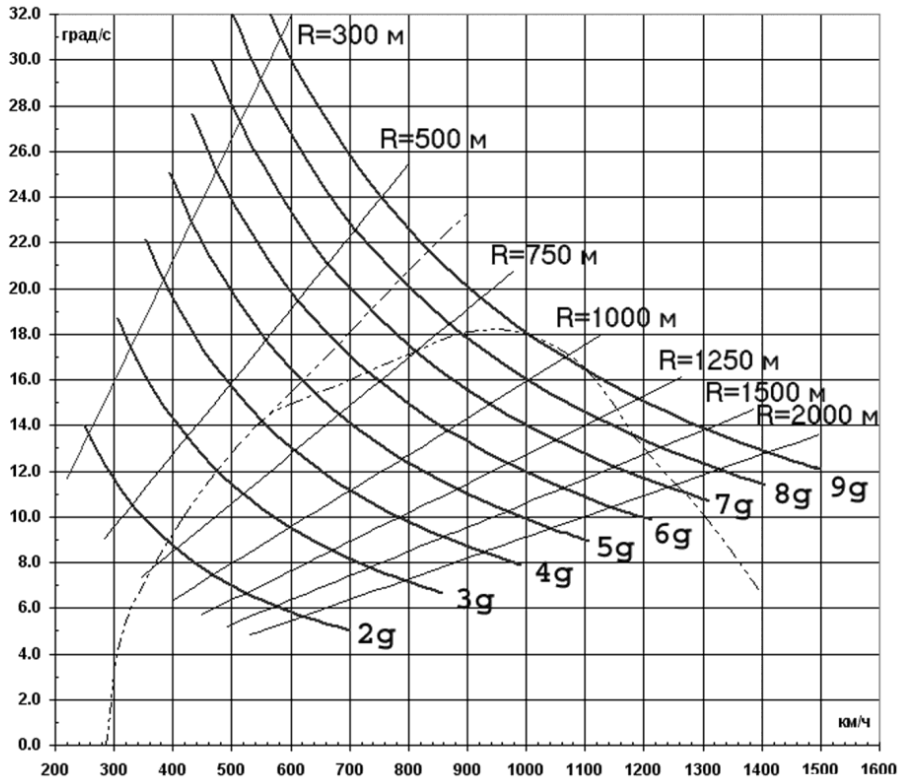
Существует такая скорость при которой сочетание угловой скорости разворота и радиуса виража оптимально. В ближнем воздушном бою нужно стараться выдерживать эту скорость.

На рисунке внизу показана зависимость угловой скорости разворота на полном форсаже типичного современного истребителя от приборной воздушной скорости в узлах. Значения воздушной скорости представлены по оси X, а значения углов в градусах в секунду – по оси Y. График, напоминающий конусу – это характеристики разворота вдоль этой оси. Другие линии отображают значения перегрузок и радиус виража. Хотя на скорости 950 км/ч угловая скорость разворота максимальна (18,2 градуса в секунду), для уменьшения радиуса виража желательно выдерживать скорость 850-900 км/ч. У разных типов самолетов эта предпочтительная скорость отличается. В среднем, для истребителей значения этой скорости лежат в диапазоне от 600 до 1000 км.

Для определения маневренности самолета критичны воздушная скорость и высота полета. Следует изучить угловые скорости своего самолета и самолетов противника

Например, совершая установившийся вираж на скорости 900 км/ч, пилот, при необходимости, может, увеличив перегрузку до максимальной, кратковременно увеличить угловую скорость до 20 град/с, одновременно уменьшив и радиус разворота. Самолет при этом начнет тормозиться, и по мере уменьшения скорости при сохранении перегрузки угловая скорость увеличится до 22

град/с с заметным уменьшением радиуса. Далее, удерживая самолет на угле атаки, близком к максимальному, можно зафиксировать этот радиус и перейти в установившийся вираж на скорости 600 км/ч. Подобный маневр в бою может позволить либо занять выгодную позицию для атаки, либо сорвать атаку противника.



**Рисунок 81: Угловая скорость разворота современного истребителя**

## Установившийся и неустановившийся разворот

Неустановившийся (форсированный) разворот характеризуется высокими значениями угловых скоростей разворота, но сопровождается потерей скорости в процессе выполнения этого маневра. Скорость полета уменьшается из-за значительного роста сопротивления вызванного большими значениями перегрузок и угла атаки. Углы атаки и перегрузка могут достигать верхней границы диапазона разрешенных в эксплуатации значений. Хотя из-за этого самолет потеряет скорость, это самый быстрый способ направить носовую часть самолета на цель. Однако, после этого самолет может потерять значительную часть энергии.

ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОЕ НЕУСТАНОВИВШЕЕСЯ МАНЕВРИРОВАНИЕ СОПРОВОЖДАЕТСЯ ЗНАЧИТЕЛЬНОЙ ПОТЕРЕЙ СКОРОСТИ

При выполнении установившегося разворота, сопротивление уравнивается тягой силовой установки направленной по вектору скорости полета самолета. Угловая скорость установившегося разворота ниже, чем у неустановившегося, но установившийся маневр выполняется без потери скорости. Теоретически самолет может выполнять установившийся разворот до тех пор, пока у него не кончится топливо.

## Управление энергией

В воздушном бою пилоту необходимо уметь распоряжаться запасом полной энергии своего самолета. Эту энергию можно представить в виде суммы двух слагаемых – потенциальной и кинетической энергий. Потенциальная энергия определяется высотой полета самолета, а кинетическая – скоростью полета. Так как величина тяги, развиваемая силовой установкой самолета ограничена, то, начиная с определенного угла атаки, сила лобового сопротивления самолета будет компенсировать силу тяги. Самолет будет терять энергию. Чтобы не допустить этого в бою, пилоту необходимо выдерживать такой режим полета, при котором реализуются близкая к максимально возможной угловая скорость установившегося разворота и минимально возможный радиус виража одновременно.

СЛИШКОМ ЭНЕРГИЧНЫЕ РАЗВОРОТЫ С ПОТЕРЕЙ ВЫСОТЫ ПРИВОДЯТ К УМЕНЬШЕНИЮ ПОЛНОЙ ЭНЕРГИИ САМОЛЕТА

Представим, что энергия это эквивалент "денег", которые расходуются на "покупку" маневров. Пусть имеется постоянная подпитка средствами (пока у самолета работают двигатели). Оптимальное управление требует рационального расхода "денег" на приобретение необходимых маневров. Выполняя слишком энергичные развороты, самолет теряет скорость и, следовательно, запас энергии уменьшается. В этом случае можно сказать, что вы заплатили слишком дорого за дешевое изменение траектории и, имея слишком мало денег в банке, можно стать легкой добычей для противника с тугим кошельком.

Поэтому, не следует без особой необходимости выполнять маневры с высокими перегрузками, на которых самолет тормозится. Также следует следить за высотой полета, не уменьшая ее без причин. В ближнем бою старайтесь пилотировать самолет на тех скоростях, на которых достигаются максимально возможная скорость установившегося разворота и минимально возможный радиус виража одновременно. Если скорость самолета значительно снизится – уменьшите угол атаки, отдав РУС от себя. Это приведет к уменьшению сопротивления самолета и, следовательно, к быстрому увеличению скорости полета (при неизменной тяге). Однако, для аккуратного уменьшения сопротивления потребуется время, иначе противник может воспользоваться своим преимуществом.

ПОТЕРЯВ КОНТРОЛЬ НАД УРОВНЕМ ЭНЕРГИИ САМОЛЕТА, ВЫ СКОРО ОБНАРУЖИТЕ ЗНАЧИТЕЛЬНОЮ ПОТЕРЮ СКОРОСТИ И ВЫСОТЫ



# РЕАЛІЗАЦІЯ СУ-27 В СИМУЛЯТОРЕ





# РЕАЛИЗАЦИЯ СУ-27 В СИМУЛЯТОРЕ

## Система управления полетом

Управление самолетом осуществляется совместной работой механической и дистанционной систем управления. Продольное управление осуществляется синхронным отклонением консолей стабилизатора. Поперечное управление осуществляется дифференциальным отклонением флаперонов и консолей стабилизатора, а также рулей направления. Путевое управление осуществляется отклонением рулей направления.

Механическая система управления предназначена для дифференциального отклонения флаперонов при поперечном управлении; синхронного отклонения флаперонов в режиме взлета и посадки; отклонения рулей направления при действии педалями; загрузок рычагов управления и их триммирования.

Система дистанционного управления (СДУ) предназначена для ручного управления самолетом по продольному и поперечному каналам, для обеспечения требуемых характеристик устойчивости и управляемости по всем каналам управления, для ограничения угла атаки и перегрузки, управления носками крыла, синхронного управления флаперонами на маневре.

## Продольный канал

С целью улучшения маневренных характеристик самолет выполнен с малой степенью продольной устойчивости, что вызвало необходимость применения электронной СДУ, повышающей устойчивость и улучшающей управляемость самолета.

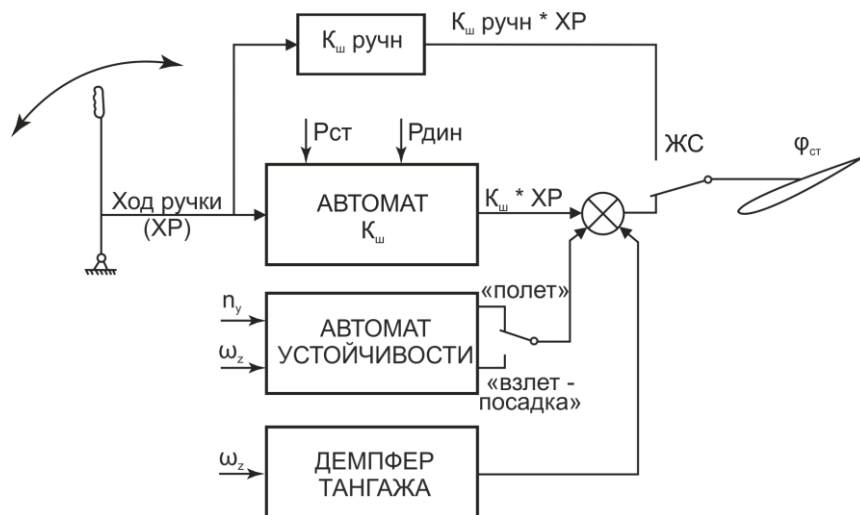


Рисунок 82: Структурная схема подканала тангажа СДУ

Продольный канал СДУ имеет три режима работы:

- режим ВЗЛЕТ-ПОСАДКА, при котором стабилизатор отклоняется по сигналам ручки управления и угловой скорости тангажа;
- режим ПОЛЕТ, при котором стабилизатор отклоняется по сигналам ручки управления, угловой скорости тангажа и нормальной перегрузки;
- аварийный режим ЖЕСТКАЯ СВЯЗЬ, при котором стабилизатор отклоняется только по сигналам ручки управления.

Переключение режимов СДУ ВЗЛЕТ-ПОСАДКА-ПОЛЕТ производится автоматически по сигналам выпуска и уборки шасси.

Режим ЖЕСТКАЯ СВЯЗЬ включается при отказе СДУ нажатием клавиши [S]. Пилотирование в данном режиме требует повышенного внимания, полёт характеризуется:

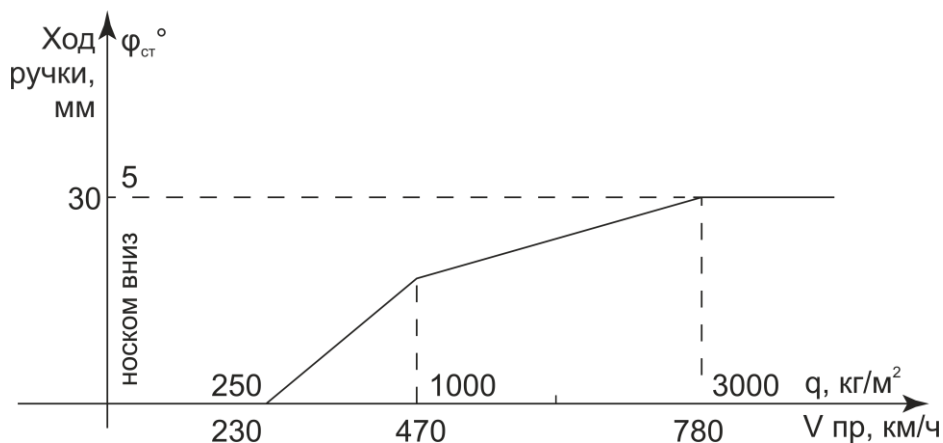
- недостаточной продольной устойчивостью самолета;
- слабым аэродинамическим демпфированием;
- повышенной чувствительностью самолета к продольным отклонениям РУС.

Основная манера пилотирования в этом режиме - подавление тенденции самолета к отклонениям в продольном канале короткими упреждающими движениями ручки. Резкие и большие движения ручкой недопустимы. Угол атаки в этом случае не более 10 градусов (ОПР в этом случае угол не ограничивает), развороты выполнять с креном до 45 градусов.

Именно в этом режиме выполняется демонстрационная фигура «Кобра Пугачева». Отключается режим повторным нажатием клавиши [S]. Контроль включения и выключения режима осуществляется по соответствующему тумблеру на левой панели в кабине.

Система СДУ является системой траекторного управления полетом, т.е. при неизменном положении ручки система будет выдерживать заданный летчиком режим полета. Поэтому с уменьшением, например, скорости полета система, в условиях уменьшения подъемной силы увеличивая угол атаки, будет стремиться выдерживать исходный режим полета, препятствуя переходу самолета на снижение. Следствием этого является уменьшение запаса устойчивости по скорости, вплоть до нейтральности.

В связи с этим в систему продольного управления самолетом включена схема балансировки самолета по скорости, которая формирует сигнал пропорционально скоростному напору. При увеличении приборной скорости полета схема вызывает отклонение стабилизатора (до 5 градусов) носком вниз, при торможении - носком вверх. Этим самым имитируется устойчивость самолета по скорости, который фактически при наличии сигнала обратной связи по перегрузке является нейтральным по скорости. Имитация устойчивости по скорости позволяет летчику работать ручкой управления как на устойчивом самолете.



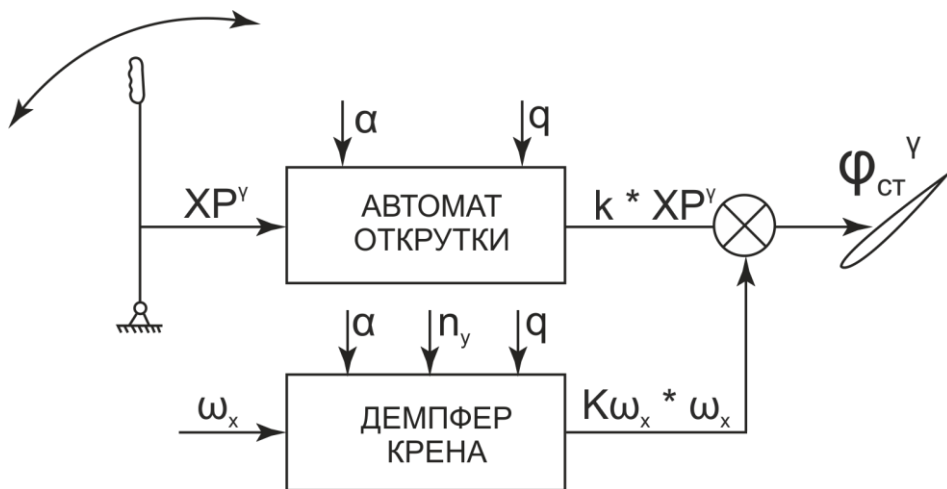
**Рисунок 83: График отклонения стабилизатора по скоростному напору  $V_{пр}$**

Схема балансировки по скоростному напору кроме создания у летчика чувства управления устойчивого по скорости самолета повышает безопасность полета при выполнении маневров с торможением. У нейтрального по скорости самолета наблюдается увеличение угла атаки при уменьшении скорости полета. Схема балансировки по скоростному напору в этом случае, отклоняя стабилизатор носком вверх, уменьшает рост угла атаки.

Таким образом, для сохранения горизонтального полета при разгоне следует триммировать самолет в продольном канале в положение «от себя».

## Поперечный канал

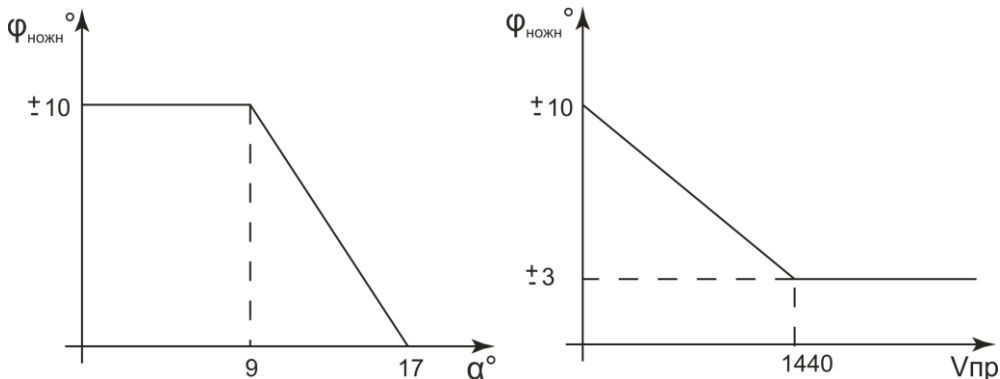
Управление по крену осуществляется флаперонами в режиме элеронов (помимо этого флапероны отклоняются как закрылки во взлетно-посадочном режиме и в режиме адаптивной механизации) и стабилизатором в режиме «ножницы». С ростом угла атаки к управлению по крену подключаются рули направления (см. путевой канал).



**Рисунок 84: Структурная схема подканала крена СДУ**

Флапероны и рули направления относятся к механической части системы управления, за дифференциальное отклонение стабилизатором отвечает поперечный канал СДУ, который состоит из автомата открутки и демпфера крена.

**Автомат открутки** работает по сигналу бокового отклонения ручки управления и обеспечивает отклонение стабилизатора в режиме "ножниц". Величина ножниц стабилизатора зависит от приборной скорости полета и угла атаки.



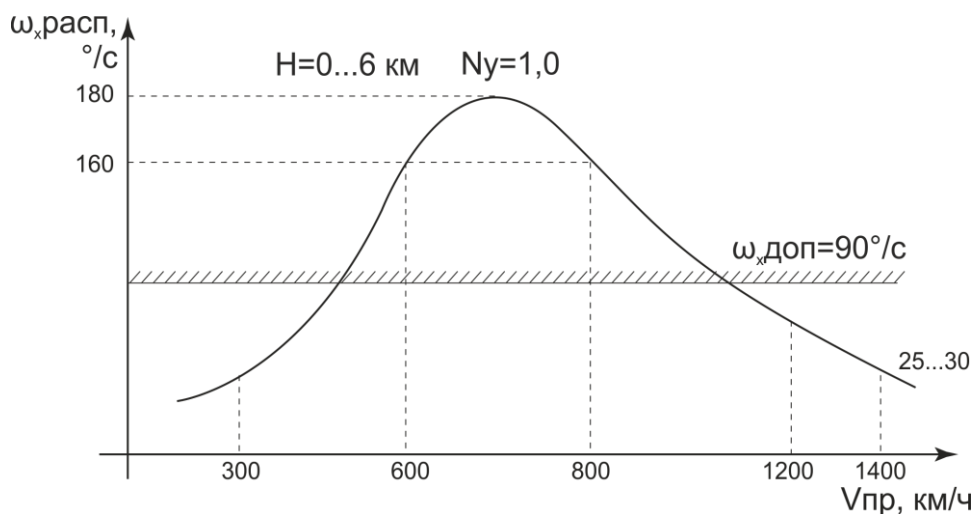
**Рисунок 85: Коррекция ножниц стабилизатора по  $\alpha$  и  $V_{пр}$**

Уменьшение «ножниц» с ростом  $V$  исключает большие нагрузки на хвостовую часть фюзеляжа при полном использовании «ножниц» на больших приборных скоростях, а их уменьшение с ростом углов атаки исключает проявление обратной реакции креном на скольжение.

**Демпфер крена** обеспечивает дифференциальное отклонение консолей стабилизатора по угловой скорости крена и предназначен для парирования короткопериодических колебаний самолета по крену.

С ростом приборной скорости на малых и средних высотах располагаемая угловая скорость крена  $\omega_x$  расп увеличивается, достигая наибольшей величины в диапазоне приборных скоростей 600...800 км/ч. Здесь отмечается наибольшая легкость при поперечном управлении самолета.

С дальнейшим увеличением приборной скорости поперечная управляемость постепенно ухудшается, что заметно на скоростях более 1200 км/ч, где отмечается пониженная поперечная управляемость, но достаточная для выполнения маневра.



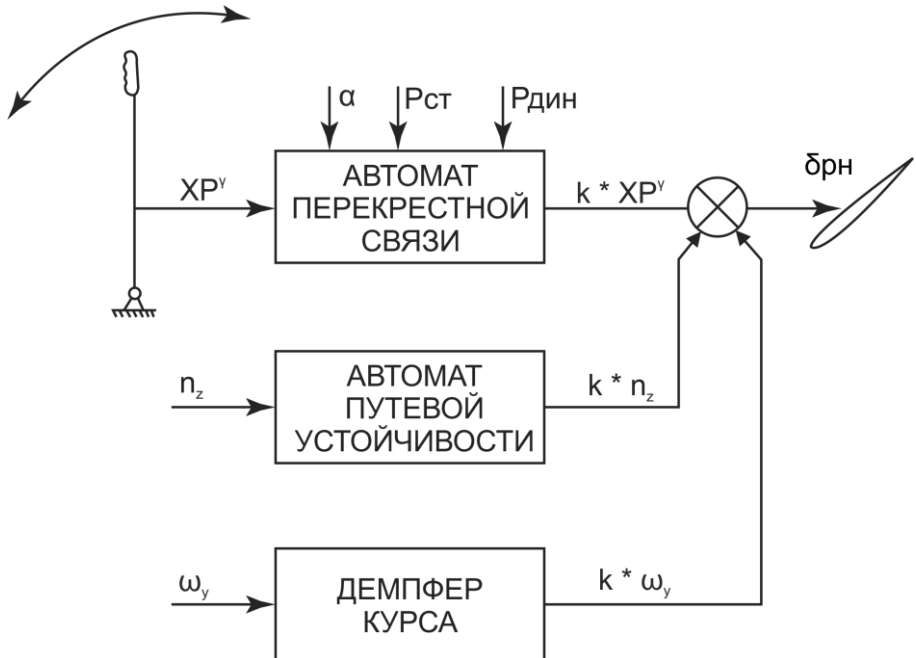
**Рисунок 86: График зависимости скорости крена от  $V_{пр}$**

Такой характер изменения поперечной управляемости по приборной скорости объясняется следующим:

- увеличение  $\omega_x$  расп до  $V_{пр}=600...800$  км/ч обусловлен ростом скоростного напора при высокой эффективности флаперонов и дифференциального стабилизатора;
- уменьшение  $\omega_x$  расп до  $V_{пр}$  более 800 км/ч обусловлено уменьшением располагаемых угловых отклонений флаперонов из-за недостаточной мощности гидросилителей и уменьшением «ножниц» стабилизатора с целью ограничения нагрузок на «гибкую» хвостовую часть фюзеляжа.

## Путевой канал

Путевое управление осуществляется симметричным отклонением рулей направления. Передача перемещений от педалей к рулям производится с помощью жесткой проводки. Помимо этого к рулям направления механически подключены рулевые машинки подканала рыскания СДУ с авторитарностью в половину хода рулей.



**Рисунок 87: Структурная схема подканала рыскания СДУ**

Подканал рыскания СДУ включает в себя следующие автоматические устройства:

**Автомат перекрестной связи**, работающий по сигналам бокового отклонения ручки управления. Обеспечивает отклонение рулей направления в сторону отклоненной ручки. Этим устраняется вредное внутреннее скольжение, возникающее из-за разности лобовых сопротивлений полукрыльев с поднятым и опущенным флапероном, препятствующее накренению самолета и улучшается поперечная управляемость самолета, особенно с увеличением углов атаки.

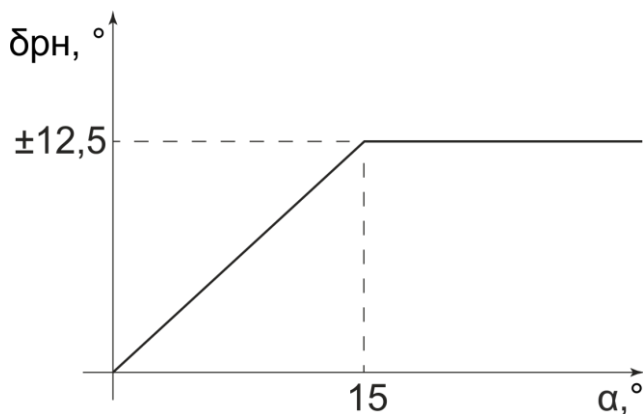


Рисунок 88: График отклонения РН по  $\alpha$

Благодаря этому сохраняется поперечная управляемость до угла атаки 28 градусов и отсутствует обратная реакция креном на отклонение ручки.

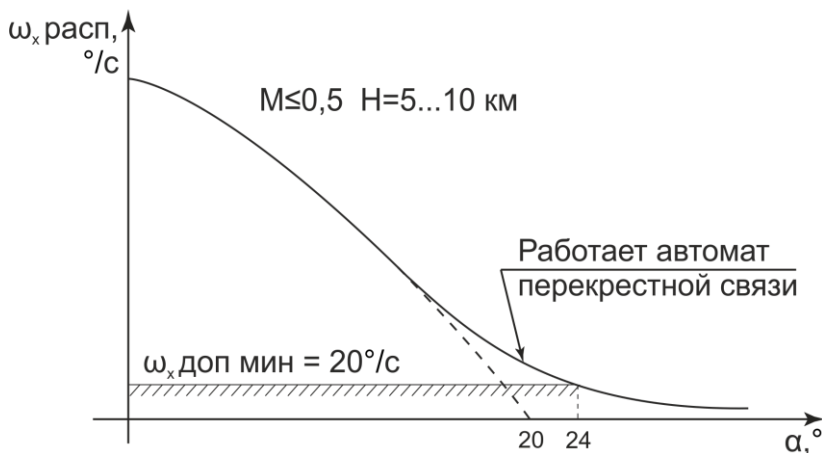


Рисунок 89: График влияния  $\alpha$  на поперечную управляемость

**Автомат путевой устойчивости**, работающий по сигналу боковой перегрузки и обеспечивающий требуемые характеристики путевой устойчивости самолета, поскольку в силу особенностей его аэродинамической компоновки (большая задняя центровка, развитая парусная часть фюзеляжа, смещение килей вперед) самолет имеет пониженный запас статической путевой устойчивости. Принцип работы автомата путевой устойчивости аналогичен принципу работы автомата продольной устойчивости.

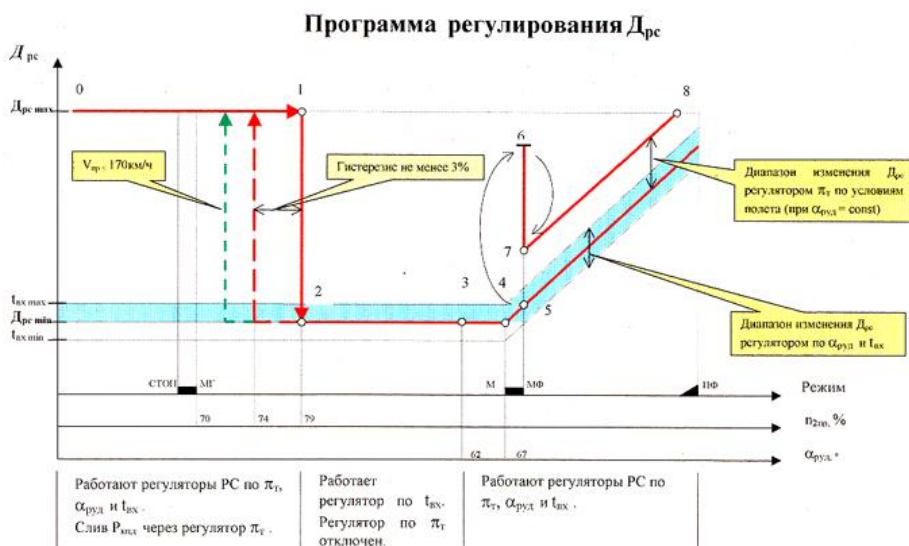


**Демпфер курса**, обеспечивающий требуемые характеристики боковой динамической устойчивости.

Для уменьшения нагрузок на кили и хвостовую часть самолета в целом на скоростях более 600 км/ч в момент уборки шасси к системе путевого управления подключается пружинный загрузочный механизм с предварительным поджатием, обеспечивающим упор на середине педалей в каждую сторону. Пересиливать упор педалей на приборных скоростях более 600 км/ч запрещается, поэтому в игре ход педалей на этих скоростях сокращен в 2 раза.

## Система управления соплом

Система управления соплом предназначена для изменения диаметра реактивного сопла по заданному закону.



**Рисунок 90: Программа регулирования диаметра реактивного сопла**

Перед запуском двигателя, при запуске и на режиме МАЛЫЙ ГАЗ сопло полностью открыто для обеспечения наиболее благоприятных условий запуска – наибольший крутящий момент турбины и минимальный заброс температуры и обеспечения минимальной тяги на режиме МАЛЫЙ ГАЗ. При движении РУД вперед на оборотах двигателя 77-81% сопло прикрывается для получения хороших тяговых характеристик.

При включении форсажа сопло открывается с целью сохранения неизменной температуры за турбиной. По мере увеличения степени форсирования сопло раскрывается.

При выпущенных шасси сопло прикрыто с целью сохранения запаса тяги и избегания контакта сопла с ВПП при касании, в связи с этим тяга на глиссаде повышена. Для гашения скорости полета следует использовать тормозной щиток.

## Ограничитель предельных режимов (ОПР)

Ограничитель предельных режимов предназначен для предотвращения выхода самолета за пределы допустимых значений углов атаки и нормальных перегрузок за счет непосредственного воздействия на ручку управления. Допустимые значения перегрузки и угла атаки, зависящие от режима полета, массы самолета и вида подвесок, формируются в специальном вычислителе и поступают на вход сервопривода ОПР. На него поступает также сигнал генератора колебаний, который вызывает тряску ручки при ее упоре в сервопривод ОПР. При необходимости в критических ситуациях летчик может "пересилить" ограничитель предельных режимов, обжимая пружину ОПР.

## Топливная система

Топливная система самолета предназначена для размещения запаса топлива на борту самолета и обеспечения бесперебойного питания двигателей на всех режимах работы в воздухе и на земле. Она состоит из четырех баков (трех в фюзеляже и центроплане и одного в консолях крыла), насосов подкачки и перекачки топлива и топливомерно-расходомерной аппаратуры. Установка подвесных топливных баков на самолете не предусмотрена. Емкость переднего фюзеляжного топливного бака-отсека (бак № 1) - 4020 л, центропланного бака-отсека (бак № 2) - 5330 л, заднего фюзеляжного бака-отсека (бак № 3) - 1350 л, крыльевых баков-отсеков (бак № 4) - 1270 л. Полный запас топлива во внутренних баках составляет 11975 л (9400 кг при плотности топлива 0.785). Помимо полного, предусмотрен основной (неполный) вариант заправки самолета, при котором бак № 1 и крыльевые баки-отсеки не заправляются. Запас топлива на самолете в этом случае составляет 6680 л (5240 кг).

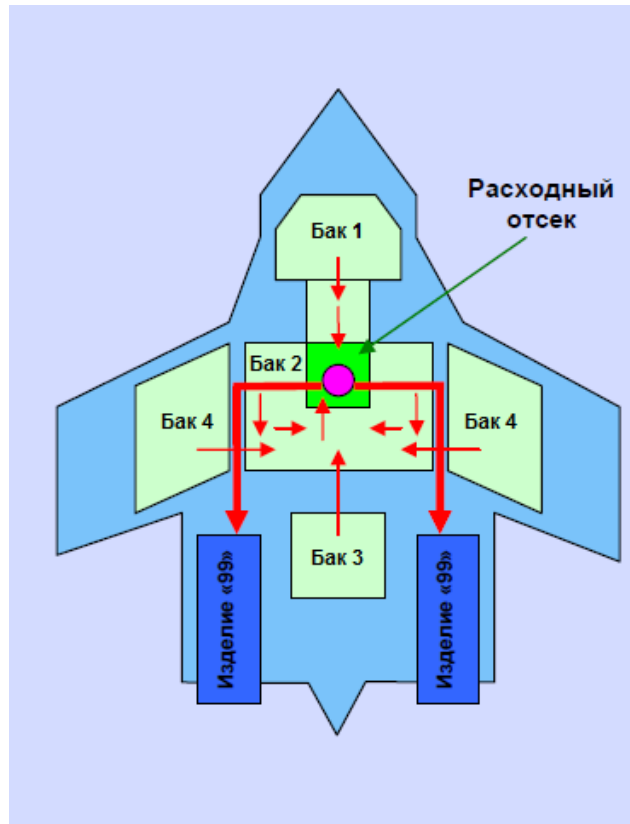


Рисунок 91: Функциональная схема топливной системы самолета

## Гидравлическая система

Гидросистема самолета состоит из двух независимых гидросистем закрытого типа (первой и второй) с рабочим давлением 280 кгс/см<sup>2</sup> и приводом каждой от своего двигателя. Источниками энергии в каждой гидросистеме являются плунжерные насосы переменной производительности НП-112, установленные на выносных коробках агрегатов. Рабочее тело гидросистемы - гидрожидкость АМГ-10. Первая и вторая гидросистемы параллельно обеспечивают работу рулевых приводов стабилизатора, рулей направления, флаперонов (на Су-27К - элеронов и закрылков), отклоняемых носков.

Кроме того, первая гидросистема обеспечивает: выпуск и уборку шасси, открытие и закрытие створок ниш шасси; управление клином левого воздухозаборника; уборку и выпуск защитных

сеток воздухозаборников; управление стойкой передней опоры шасси; торможение колес основных опор шасси (стартовое и аварийное); питание гидроагрегатов РЛПК; работу ограничителей хода ручки по крену и хода педалей. Вторая гидросистема обеспечивает: основное торможение колес шасси; уборку и выпуск тормозного щитка; управление клином правого воздухозаборника.

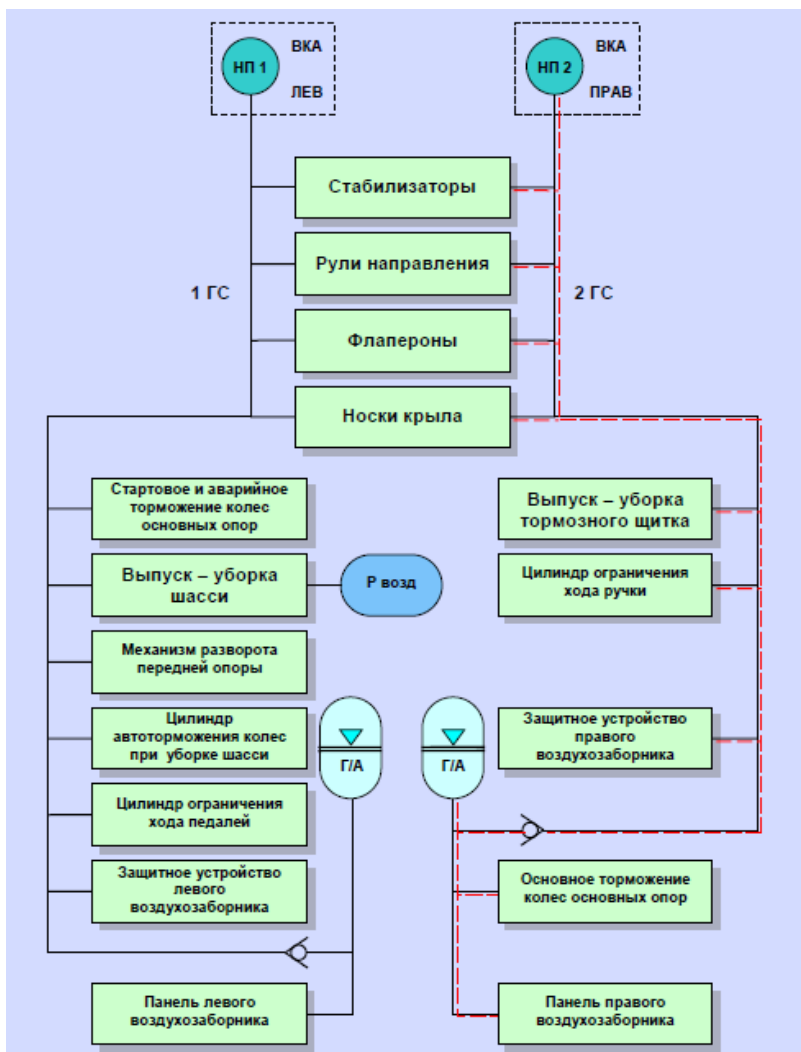


Рисунок 92: Функциональная схема гидравлической системы Су-27

# ПРОЦЕДУРЫ



## ПРОЦЕДУРЫ

Силовая установка на самолете Су-27 представлена двумя двигателями АЛ-31Ф, у каждого из которых имеется собственный турбостартер ГТДЭ-117. Вследствие этого возможен как раздельный, так и одновременный запуск двигателей.

### Запуск двигателя на земле

Для запуска двигателя на земле необходимо:

- Включить питание клавишей [RShift – L]
- Поставить РУД на упор МАЛЫЙ ГАЗ
- Нажать [RAlt + Home] для запуска левого и [RCtrl + Home] для запуска правого двигателя.

После этого открываются створки ГТДЭ, срабатывает концевой выключатель створок и включает в работу Автомата Пуска Двигателя (АПД). По команде АПД открывается доступ топлива в турбостартер, в кабине включается табло **ЗАПУСК**.



Рисунок 93: Световое табло “ЗАПУСК ПРАВ”

АПД включает электростартер, агрегат зажигания турбостартера (АЗТС) и кислородную подпитку турбостартера. Через 10с уже произойдет запуск турбостартера, поэтому АПД отключает эти агрегаты и одновременно включает агрегат зажигания основной камеры (АЗОК),

вступают в работу свечи пусковых устройств. Турбостартер раскручивает ротор двигателя, насос-регулятор контролирует расход топлива в основную камеру. Происходит розжиг основной камеры, вступает в работу турбина и совместно с турбостартером раскручивает ротор двигателя. При оборотах двигателя 35% отключается АЗОК. При оборотах 53% или на 50 секунде отключается из работы турбостартер и АПД, что можно проконтролировать по погасанию табло **ЗАПУСК**. Двигатель далее автоматически выходит на режим МАЛЫЙ ГАЗ.

## Останов двигателя

Останов двигателя производится перемещением РУД на упор МАЛЫЙ ГАЗ и нажатием клавиш **[RAIt + End]** (для левого двигателя) и **[RCtrl + End]** (для правого).

## Автоматический запуск в полете

Производится постановкой РУД из положения СТОП в любое бесфорсажное положение (только при убранных шасси). При этом микровыключатель, связанный с РУД, включает в работу АПД, который на 20 секунд включает в работу следующие агрегаты: агрегат зажигания основной камеры, насос подкачки, кислородную подпитку двигателя и табло **ЗАПУСК**.

Необходимость использования ГТДЭ отпадает за счет авторотации.

Таким образом для запуска двигателя в полете необходимо (предварительно перевести РУД на упор МАЛЫЙ ГАЗ и далее поставить его на упор СТОП клавишами **[RAIt + End]** (левый) и **[RCtrl + End]**) снять РУД с положения СТОП командой **[RAIt + Home]** (левый) и **[RCtrl + Home]** (правый).



## Применение оружия

В этом разделе приводятся инструкции необходимые для успешного применения оружия.

Для применения оружия летчику необходимо выполнить следующие шаги:

- Обнаружить цель
- Захватить цель или произвести целеуказание
- Применить оружие

Ниже описаны процедуры применения оружия класса воздух-воздух. Начиная с режимов дальнего воздушного боя и оканчивая режимами ближнего боя.

### Дальний ракетный бой

#### Дальний ракетный бой с ведущим каналом РЛПК

В зависимости от задачи, типа целей, помеховой обстановки в дальнем ракетном бою летчик может использовать два основных режима обнаружения целей: **ОБЗОР** и **СНП**. Режим **СНП** дает более детальную информацию о целях, позволяет выводить картинку тактической обстановки на ИПВ и захватывать цели в автоматическом режиме, но его невозможно использовать в сложной помеховой обстановке и для обнаружения целей одновременно в переднюю и заднюю полусферу. В таких случаях необходимо использовать режим **ОБЗОР**. Режим поиска целей одновременно в разных полусферах атаки – **АВТ**, обладает меньшей дальностью обнаружения примерно на 25% по сравнению со специализированными режимами **ППС** и **ЗПС**, поэтому, если вам точно известна полусфера атаки целей, рекомендуется выставлять соответствующий режим клавишами **[RShift-I]**.

Процедура обнаружения, захвата и обстрела цели состоит из нескольких шагов:

#### Шаг 1

Для обнаружения целей на большой дальности необходимо включить режим **ОБЗОР [2]**, включить РЛПК на излучение **[I]** и установить требуемый масштаб дальности на ИЛС и ИПВ в км **[+]**, **[-]**. Если позволяет обстановка, необходимо включить режим **СНП [RAIt-I]**. Выбрать необходимый тип ракет клавишей **[D]**, контролируя тип по индикации на ИЛС.

#### Шаг 2

Сориентировать зону обзора РЛПК в направлении цели. Сначала необходимо сориентировать зону обзора по азимуту. На российских истребителях зона обзора по азимуту перемещается дискретно и имеет три положения: центральное  $\pm 30$  градусов, левое  $-60-0$  градусов и правое  $0-+60$  градусов. Если цель находится вне пределов центральной зоны обзора  $\pm 30$  градусов, то необходимо передвинуть зону обзора влево или вправо клавишами **[RShift-]** или **[RShift-/]**.



### Шаг 3

Сориентировать зону обзора РЛПК в направлении цели по углу места. Для этого есть два способа.

Первый способ - задать возвышение зоны в координатах: удаление – превышение (принижение). Для этого необходимо, с помощью клавиш **[RCtrl-+]**, **[Ctrl--]** ввести известную дальность (поступающую от ДРЛО и РП) до цели в километрах, которая будет индцироваться на ИЛС, затем с помощью клавиш **[RShift-;]**, **[RShift-.]** ввести превышение или принижение цели относительно вашего самолета. В этом случае центр зоны обзора будет направлен прямо на цель.

Второй способ – использовать ось "перемещение зоны обзора сенсоров по вертикали", которую необходимо назначить на одну из осей вашего игрового контроллера. При этом угол наклона зоны обзора необходимо контролировать по соответствующим индикаторам на ИЛС.

### Шаг 4

После того, как вы сориентировали зону обзора в направлении цели, необходимо выждать некоторое время (около 6-ти секунд) для того, чтобы РЛПК мог обнаружить цель. Для этого РЛПК необходимо совершить несколько циклов сканирования. После того, как цель обнаружена, ее метка выводится на ИЛС и, если включен режим **СНП**, на ИПВ. ЛА, которые отвечают на запросы системы госопознавания ("свои"), помечаются на ИЛС дополнительной меткой над основной, ЛА, которые не отвечают на запросы системы госопознавания ("чужие"), не помечаются. На ИПВ "свои" цели имеют круглую метку, "чужие" - треугольную. Количество штрихов в метке цели на ИЛС соответствует ЭПР цели.

### Шаг 5

После обнаружения цели, ее необходимо захватить.

Для этого в режиме **ОБЗОР** необходимо наложить строб захвата на цель и нажать клавишу захвата **[Enter]**, если дальность до цели позволяет РЛПК произвести захват, цель будет захвачена и обрамлена круглой меткой цели, при этом РЛПК перейдет в режим РНП.

В режиме **СНП** необходимо управляющими клавишами **[;]**, **[,]**, **[.]**, **[/]** подвести строб захвата к метке цели, при этом строб захвата автоматически совместится с меткой цели. Это означает, что цель взята на сопровождение и радар получает о ней подробную информацию. После этого цель можно захватить в ручном режиме, нажав клавишу захвата **[Enter]**. Автоматический захват цели в режиме РНП произойдет только на дальности не более 85% от максимальной разрешенной дальности применения выбранного оружия.

### Шаг 6

После того как РЛПК перешел в режим РНП, и дальность до цели не более 85% от максимальной разрешенной дальности пуска выбранных ракет, появляется команда **ПР** – пуск разрешен. После появления команды **ПР** - произвести пуск ракет, нажав кнопку пуска на джойстике или **[Space]**. Вы должны удерживать клавишу пуска вплоть до схода ракеты (не меньше секунды).

Необходимо отметить, что пуск с максимальных дальностей по маневренным целям не эффективен, т.к. цель может уклониться от ракеты противоракетным маневром. Если позволяет ситуация, для увеличения вероятности поражения цели, рекомендуется пускать ракеты с отметки дальности пуска по маневренным целям. Однако, пуск с максимальных дальностей или с превышающих максимальные дальности можно использовать, чтобы заставить противника занять оборонительную позицию как можно раньше.

В случае применения ракет с ПАРГСН - Р-27Р, Р-27ЭР после пуска необходимо сопровождать цель до поражения ракетой. Если произошел срыв сопровождения, но у вас есть возможность быстро возобновить захват, то ракета продолжит свой полет к цели.

Для применения полуактивных ракет с целеуказанием от РЛС необходимо сопровождать цель в режиме непрерывной пеленгации до попадания. В случае применения ракет с активной ГСН на дальности менее 15 км после пуска можно сразу переключаться на другую цель.

## Применения ракет с ведущим каналом КОЛС

Применение в дальнем ракетном бою ведущего канала КОЛС позволяет выполнить скрытную атаку. КОЛС не чувствителен к постановке активных радиолокационных помех, но имеет значительно меньшие дальности обнаружения целей. В этом режиме возможно применение только ракет с ИК ГСН – Р-27ЭТ, Р-27Т, Р-73.

КОЛС работает в инфракрасном спектре, обнаруживая теплоконтрастные цели. Самая "горячая" часть самолета - это сопло двигателя, извергающее поток раскаленных газов, поэтому дальность обнаружения цели вдвон, обычно, значительно больше чем в "лоб".

При работе с КОЛС, в отличие от РЛПК, информация о целях на ИЛС представляется не в формате азимут-дальность (азимут по горизонтали – дальность по вертикали), а в формате азимут-угол места. Госопознавание не обеспечивается, поэтому перед открытием огня, необходимо быть твердо уверенным, что обнаруженная цель – ЛА противника.

Процедура обнаружения, захвата и обстрела цели состоит из нескольких шагов:

### Шаг 1

Для обнаружения целей на большой дальности необходимо включить режим **ОБЗОР [2]**, включить КОЛС **[O]** и установить требуемый масштаб дальности на ИЛС и ИПВ в км **[+]**, **[-]**. Выбрать необходимый тип ракет клавишей **[D]**, контролируя тип по индикации на ИЛС.

### Шаг 2

Сориентировать зону обзора РЛПК в направлении цели. Сначала, необходимо сориентировать зону обзора по азимуту. На Су-27 зона обзора по азимуту перемещается дискретно и имеет трю положения: центральное  $\pm 30$  градусов, левое  $-60-0$  градусов и правое  $0+60$  градусов. Если цель находится вне пределов центральной зоны обзора  $\pm 30$  градусов, то необходимо передвинуть зону обзора, влево или вправо клавишами **[RShift-,]** и **[RShift-/]**.

### Шаг 3

Сориентировать зону обзора КОЛС в направлении цели по углу места.

Для этого необходимо, с помощью клавиш [RShift-;] и [RShift-.] переместить зону обзора вверх или вниз в зависимости от возможного превышения/принижения цели. При этом угол наклона зоны обзора необходимо контролировать по соответствующим индикаторам на ИГВ. Наилучший способ поиска целей – это сканирование зоны обзора по вертикали. Для этого необходимо перемещать зону обзора по высоте на малые значения с паузами.

#### Шаг 4

После того, как вы сориентировали зону обзора в направлении цели, необходимо выждать некоторое время (4-6 секунд) для того, чтобы КОЛС смогла обнаружить цель, совершив несколько циклов сканирования. Количество штрихов в метке цели на ИЛС соответствует размеру ИК-сигнатуры цели. Как правило, большая ИК-сигнатуры соответствует большому ЛА, исключение может составить самолет на форсажном режиме.

#### Шаг 5

После обнаружения цели ее необходимо захватить.

Для этого в режиме **ОБЗОР** необходимо наложить строб захвата на цель и нажать клавишу захвата [Enter], если дальность до цели и ИК-сигнатура позволяют КОЛС произвести захват, цель будет захвачена и обрамлена круглой меткой цели, при этом РЛПК перейдет в режим РНП.

#### Шаг 6

После того как КОЛС перешла в режим РНП, и дальность до цели стала не более 85% от максимальной разрешенной дальности пуска выбранных ракет, на ИЛС появляется команда **ПР** – пуск разрешен. После появления команды **ПР** - произвести пуск ракет, нажав кнопку пуска на джойстике или [Space] на клавиатуре. Вы должны удерживать клавишу пуска вплоть до схода ракеты (не менее секунды).

Необходимо отметить, что пуск с максимальных дальностей по маневренным целям не эффективен, т.к. цель может уклониться от ракеты противоракетным маневром. Если позволяет ситуация, для увеличения вероятности поражения цели рекомендуется пускать ракеты с отметки дальности пуска по маневренным целям.

Ракеты с ИК ГСН являются оружием класса "пустил-забыл" и не нуждаются в поддержке носителя, поэтому, сразу после пуска можно выполнять другие задачи.

РАКЕТЫ СРЕДНЕЙ ДАЛЬНОСТИ Р-27Т/ЭТ, КАК И ВСЕ РАКЕТЫ С ИК ГСН, ЗАХВАТЫВАЮТ ЦЕЛЬ НА ПОДВЕСКЕ НОСИТЕЛЯ И НЕ ТРЕБУЮТ СОПРОВОЖДЕНИЯ ПОСЛЕ ПУСКА.

## Ближний маневренный бой

Ближним маневренным боем называется вид боевого соприкосновения с противником на визуальной дальности, сочетающегося с резкими и энергичными маневрами обеих сторон, с целью получения тактического преимущества и скорейшего выхода в позицию открытия огня.

Зона ближнего маневренного боя обычно ограничивается визуальной дальностью и составляет около 10 км.

В ближнем маневренном воздушном бою используются ракеты ближнего боя, такие как P-73, имеющие широкоугольную ИК ГСН и оптимизированные для перехвата маневренных целей на больших перегрузках, и которые часто используются совместно с авиационными пушками.

Ниже будут описаны процедуры ведения ближнего маневренного воздушного боя с использованием разных режимов прицельных систем:

## Ближний маневренный бой – режим вертикального сканирования

Режим вертикального сканирования оптимален для использования при ведении активного маневренного боя на больших перегрузках. В этом подрежиме РЛС и КОЛС сканируют участок воздушного пространства шириной 3 градуса и угловым размером по вертикали -10+50 градусов. На ИЛС индицируются две вертикальные линии, обозначающие границы зоны вертикального обзора прицельных систем по горизонтали. Когда Вы преследуете маневрирующую цель, в большинстве случаев вы тянете ручку на себя, а цель находится над переплетом фонаря кабины в плоскости вашего маневра. Как раз для такого случая зона сканирования выполнена в виде вертикальной полосы, расположенной по вектору подъемной силы в плоскости маневра. Это позволяет захватить цель, которую вы не можете "перетянуть" и которая находится в пределах 50 градусов по вертикали

Процедура захвата и обстрела цели состоит из нескольких шагов:

### Шаг 1

При обнаружении визуально видимой воздушной цели, необходимо включить режим ВС [3]. По умолчанию включается ведущий канал КОЛС, что позволяет проводить скрытную атаку цели. Если необходимо использовать ракеты с ПАРГСН, необходимо включить РЛПК нажатием клавиши [I]. Выбрать необходимый тип ракет клавишей [D] или ВПУ клавишей [C], контролируя тип по индикации на ИЛС.

### Шаг 2

Маневром самолета необходимо добиться положения цели между вертикальными линиями на ИЛС. Необходимо учитывать, что зона сканирования выходит вверх за пределы ИЛС на высоту около двух вертикальных размеров ИЛС, поэтому захват возможен над ИЛС, в зоне виртуального продолжения вертикальных линий.

Когда цель окажется в зоне сканирования ведущего канала, вы должны вручную захватить цель, нажатием клавиши [Enter]. После захвата ведущий канал автоматически перейдет в режим РНП.

### Шаг 3

В режиме РНП, когда дальность до цели не более 85% от максимальной разрешенной дальности пуска выбранных ракет, на ИЛС появляется команда **ПР** – пуск разрешен. После появления команды **ПР** - произвести пуск ракет, нажав кнопку стрельбы на джойстике или

[Space] на клавиатуре. Вы должны удерживать клавишу пуска вплоть до схода ракеты (не менее секунды).

В режиме несинхронной стрельбы из ВПУ необходимо наложить подвижное прицельное перекрестие на марку цели и открыть огонь, нажав кнопку стрельбы на джойстике или [Space] на клавиатуре.

Для увеличения вероятности попадания ракеты в цель необходимо постараться минимизировать ошибку прицеливания, т.е. постараться направить самолет так, чтобы его нос находился в направлении точки перехвата цели. Это даст возможность пуска ракеты с меньшей перегрузкой.

## Ближний маневренный бой – режим СТРОБ

Режим **СТП** подобен режиму **ВС** с тем отличием, что прицельные системы не сканируют по вертикали, а направлены в одну точку пространства по оси самолета в узком (примерно 2,5 градуса) конусе, и захват цели осуществляется вручную. Зона обзора показана на ИЛС в виде окружности с угловым размером 2,5 градуса, ее можно перемещать с помощью управляющих клавиш [;], [,], [.] , [/].

Процедура захвата и обстрела цели состоит из нескольких шагов:

### Шаг 1

При обнаружении визуально видимой воздушной цели необходимо включить режим СТР [4]. По умолчанию включается ведущий канал КОЛС, что позволяет проводить скрытную атаку цели. Если необходимо использовать ракеты с ПАРГСН, необходимо включить РЛПК нажатием клавиши [I]. Выбрать необходимый тип ракет клавишей [D] или ВПУ - клавишей [C], контролируя тип по индикации на ИЛС.

### Шаг 2

Маневром самолета или управляющими клавишами [;], [,], [.] , [/] необходимо наложить кольцо строба на цель. Когда цель окажется в кольце зоны обзора, необходимо произвести захват нажатием клавиши [Enter]. После захвата цели ведущий канал перейдет в РНП, если для применения выбрана ВПУ, включится режим несинхронной стрельбы.

### Шаг 3

В режиме РНП, когда дальность до цели не более 85% от максимальной разрешенной дальности пуска выбранных ракет, на ИЛС появляется команда **ПР** – пуск разрешен. После появления команды **ПР** – произвести пуск ракет, нажав кнопку стрельбы на джойстике или [Space] на клавиатуре. Вы должны удерживать клавишу пуска вплоть до схода ракеты (не менее секунды).

В режиме несинхронной стрельбы из ВПУ необходимо совместить подвижное прицельное перекрестие с маркой цели и открыть огонь, нажав кнопку стрельбы на джойстике или [Space] на клавиатуре.

Для увеличения вероятности попадания ракеты в цель необходимо постараться минимизировать ошибку прицеливания, т.е. постараться направить самолет так, чтобы его нос находился в направлении точки перехвата цели. Это даст возможность пуска ракеты с меньшей перегрузкой.

## Ближний маневренный бой – режим ШЛЕМ

Это уникальный режим ближнего маневренного боя. Благодаря нашлемной системе целеуказания (НСЦУ) Щель-ЗУМ, пилот может поворотом головы управлять прицельными системами самолета, направляя их на цель. Прицельное кольцо на экране эмулирует визир нашлемной системы целеуказания, расположенный перед правым глазом летчика. Летчик поворотом головы может наложить визир на цель и произвести захват. Визир не является символом, отображаемым на ИЛС, и находится всегда по центру экрана. Режим **ШЛЕМ** применяют в ближнем бою для того, чтобы получить преимущество в пуске УР, т.к. НСЦУ позволяет производить захват и пускать ракеты без направления оси самолета в сторону цели.

Процедура захвата и обстрела цели состоит из нескольких шагов:

### Шаг 1

При обнаружении визуально видимой воздушной цели, необходимо включить режим **ШЛЕМ** [5]. По умолчанию, включается ведущий канал КОЛС, что позволяет проводить скрытную атаку цели. Если необходимо использовать ракеты с ПАРГСН, необходимо включить РЛПК нажатием клавиши [I]. Выбрать необходимый тип ракет клавишей [D], контролируя тип по индикации на ИЛС.

### Шаг 2

Управляя панорамным видом в кабине пилота с помощью цифровой клавиатуры, необходимо наложить визир НСЦ на цель и нажать клавишу захвата [Enter]. Или же, можно сначала захватить видимую цель в падлок, клавиша [NumPadDel], а затем включить режим **ШЛЕМ** – клавиша [Enter]. После захвата цели ведущий канал перейдет в РНП.

### Шаг 3

По индикации кольца можно определить три состояния:

Кольцо находится на цели – произведен захват цели, но оружие к пуску не готово.

Кольцо находится на цели и мигает с частотой 2 Гц. – команда **ПР**. Это значит, что условия для пуска ракет выполняются, и можно производить пуск. После появления на ИЛС команды **ПР** - произвести пуск ракет, нажав кнопку стрельбы на джойстике или [Space] на клавиатуре. Вы должны удерживать клавишу пуска не менее секунды, вплоть до схода ракеты.

Кольцо перечеркнуто крестом в виде знака "X" - пуск запрещен, захват невозможен. Это значит, что визир НСЦ вышел за допустимые углы целеуказания прицельного комплекса.

Для увеличения вероятности попадания ракеты в цель необходимо постараться минимизировать ошибку прицеливания, т.е. постараться направить самолет так чтобы его нос находился в направлении точки перехвата цели. Это даст возможность пуска ракеты с меньшей перегрузкой.

## Режим Фи0

Режим Фи0 (фи-ноль) является резервным режимом в случае отказа прицельного комплекса или СУВ самолета. Режим используется только для применения ракет с тепловыми (P-27Т, P-27ЭТ, P-73) ГСН, способными захватить цель самостоятельно, без помощи прицельных систем. В этом режиме активизируется ГСН ракеты, которая имеет поле обзора в виде конуса с углом раскрытия 2 градуса вперед по оси ракеты. Для того чтобы ГСН ракеты захватила цель, достаточно, чтобы цель попала в конус видимости ГСН, центр которого индицируется прицельным крестом внутри силуэта самолета на ИЛС.

Процедура захвата и обстрела цели состоит из нескольких шагов:

### Шаг 1

При обнаружении визуально видимой воздушной цели, необходимо включить режим Фи0 [6]. Если СУВ повреждена или не функционирует, и на ИЛС отсутствует индикация, необходимо включить режим **СЕТКА**. Выбрать необходимый тип ракет клавишей [D] или выбрать ВПУ клавишей [C], контролируя тип по индикации на ИЛС.

### Шаг 2

Маневром самолета необходимо добиться положения цели близко к центральному перекрестию ИЛС. Когда цель окажется в зоне обзора ГСН ракеты, будет дана команда ПР.

### Шаг 3

Визуально определить дальность до цели, и, если она меньше максимальной разрешенной дальности пуска выбранных ракет, произвести пуск, нажав кнопку стрельбы на джойстике или [Space] на клавиатуре. Клавишу следует удерживать вплоть до схода ракеты, не менее одной секунды.

Обратите внимание, что при генерации команды **ПР** в этом режиме не учитывается дальность до цели, и есть большая вероятность, что ракете не хватит энергии, и она не сможет долететь до цели. Общие рекомендации в этом случае сводятся к тому, что необходимо определять дальность до цели визуально, а также учитывать ракурс цели.

## Применение оружия класса "воздух-поверхность"

Cy-27 может нести ограниченный арсенал авиационных средств поражения (АСП) класса "воздух-поверхность". В данный арсенал входят свободнопадающие бомбы и неуправляемые авиационные ракеты (НАР).

### Применение свободнопадающих бомб с низким коэффициентом сопротивления

В эту категорию бомб входят обычные свободнопадающие бомбы ФАБ-100, ФАБ-250, ФАБ-500. Они имеют достаточно низкий коэффициент сопротивления и пологую траекторию, благодаря чему есть возможность прицельно и произвести сброс по визуалью видимой цели.

#### Шаг 1

Визуально опознайте цель.

#### Шаг 2

Переключитесь в режим применения оружия по земле [7].

#### Шаг 3

Когда прицельная марка начнет двигаться от нижней границы отражателя ИЛС, совместите прицельную марку с целью и после появления команды **ПР** произведите сброс бомб, нажав кнопку стрельбы на джойстике или [Space] на клавиатуре.

БОМБЫ МОЖНО СБРАСЫВАТЬ ПОСЛЕ ПОЯВЛЕНИЯ НА ИЛС СИМВОЛА ПР. ПЕРЕД СБРОСОМ БОМБ НЕОБХОДИМО ПЕРЕВЕСТИ САМОЛЕТ В ПОЛОГОЕ ПИКИРОВАНИЕ. КОЛЕБАНИЯ ПО КРЕНУ, ТАНГАЖУ И РЫСКАНЬЮ, А ТАКЖЕ ЗНАЧИТЕЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СКОРОСТИ ПРИВЕДУТ К ОТКЛОНЕНИЮ МЕСТА ПАДЕНИЯ БОМБ ОТ ПЛАНИРУЕМОГО.

### Применения свободнопадающих бомб с тормозными устройствами

В эту категорию бомб входят свободнопадающие бомбы с тормозными устройствами, такие как ПБ-250, ОДАБ-500, различные виды бомбовых контейнеров РБК и КМГУ-2, а также бетонобойные бомбы БетАБ. Они имеют высокий коэффициент сопротивления и достаточно крутую траекторию, что сильно затрудняет прицеливание по визуалью видимой цел.

Применять данные боеприпасы рекомендуется в режиме сброса в невидимую зону ("под капот"). Для этого необходимо проделать следующие шаги:

#### Шаг 1

Визуально опознайте цель.



## Шаг 2

Переключитесь в режим применения оружия по земле [7].

## Шаг 3

Совместите прицельную марку с целью и нажмите кнопку стрельбы на джойстике или [Space] на клавиатуре. При этом инерциальная система начнет счисление точки сброса, на месте прицельной марки возникнет знак - ромб, который привязан к цели. В верхней части ИЛС появится директорное кольцо заданной перегрузки, в центр которого необходимо поместить конец "шпаги", вытягивающейся вверх из силуэта самолета. Шкала дальности справа на ИЛС, превращается в шкалу времени до сброса, проградуированную в секундах. Стрелка-указатель оставшегося времени до сброса пойдет вниз по шкале, только за 10 секунд до сброса. Для успешного бомбометания необходимо точно выдерживать параметры полета по крену и рысканию. После того, как шкала времени обнулится, произойдет автоматический сброс АСП, и можно нажать на кнопку стрельбы.

## Шаг 4

Нажмите кнопку стрельбы или клавишу [Space].

## Применение НАР и ВПУ

В категорию неуправляемых авиационных ракет (НАР) входят все ракеты и реактивные снаряды, не оснащенные какими-либо системами наведения. К ним относятся НАР типа С-5 в блоке УБ-32, С-8 в блоке Б-8, С-13 в блоке УБ-13, С-24 и С-25. Встроенная пушечная установка включает в себя 30-мм пушку ГШ-30-1 с боезапасом в 150 снарядов.

## Шаг 1

Визуально опознайте цель.

## Шаг 2

Переключитесь в режим применения оружия по земле [7]. Выберите необходимые НАР клавишей [D] или встроенную пушечную установку [C], контролируя тип по индикации на ИЛС. Переведите самолет в пологое пикирование на цель.

## Шаг 3

Когда прицельная марка совместится с целью и условия пуска будут соблюдены (загорится команда ПР), открывайте огонь, нажав кнопку стрельбы на джойстике или [Space] на клавиатуре.

НАРы можно применять после появления на ИЛС символа ПР. Перед пуском НАР необходимо перевести самолет в пологое пикирование. Колебания по крену, тангажу и рысканию, а также значительные изменения скорости приведут к отклонению места попадания НАР от планируемого.

# ПРИЛОЖЕНИЕ



# ПРИЛОЖЕНИЕ

## Список терминов и сокращений

GPS	Global Positioning System – среднеорбитальная спутниковая радионавигационная система НАВСТАР, разработанная в США
NAVSTAR	NAVigation Satellites for Timing And Ranging (навигационные спутники для определения времени и расстояний) – название системы GPS в англоговорящих странах, отсюда русское НАВСТАР Alternating Current
NDB	Nondirectional radio-beacon (отдельная приводная радиостанция ОПРС)
VOR	Very-high-frequency omnidirectional range (всенаправленный курсовой радиомаяк УКВ-диапазона)
АА	Армейская авиация
АБРИС	Авиационная бортовая радиотехническая интегрированная система
АБСП	Авиационные боеприпасы свободного падения
АВСК	Аппаратура внутренней связи и коммутации
АДВ	Автоматизированный доворот (на цель)
АЗС	Автомат защиты сети
АНО	Аэронавигационные огни
АРГСН	Активная радиолокационная головка самонаведения
АРК	Автоматический радиокompас
АРП	Автоматический радиопеленгатор
АСП	Авиационные средства поражения
АЦП	Аналогово-цифровой преобразователь
АЭР	Аэродром
БАНО	Бортовые аэронавигационные огни. Красный – левый, зеленый – правый.
БВБ	Ближний воздушный бой (Dogfight)

БД	Боевые действия
БМД	Боевая машина десанта
БМП	Боевая машина пехоты
БП	Боевое применение
БПРМ	Ближняя приводная радиостанция с маркером
БПРС	Ближняя приводная радиостанция (1000 м от торца ВПП)
БРДМ	Боевая разведывательно-дозорная машина
БРЭО	Бортовое радиоэлектронное оборудование
БЧ	Боевая часть
В-В	Воздух-Воздух
В-З	Воздух-Земля
ВВС	Военно-Воздушные Силы
ВИТ	Верхнее информационное табло (на ПВИ)
ВМ	Визирная метка на ИЛС
ВМГ	Винтомоторная группа
ВПП	Взлетно-посадочная полоса
ВПУ	Встроенная пушечная установка
ВС	Воздушное судно
ВС	Вооруженные силы
ВСУ	Вспомогательная силовая установка
ВЦУ	Внешнее целеуказание
ВЧП	Высокая частота повторения (импульсов доплеровского излучения)
ГЛОНАСС	ГЛОбальная НАвигационная Спутниковая Система (среднеорбитальная), Россия
ГПК	Гироскопический компас
ГСН	Головка самонаведения

ДВБ (BVR)	Дальний ракетный бой (Beyond Visual Range)
ДИСС	Доплеровский измеритель составляющих скоростей
ДО (Chaff)	Дипольные отражатели. Ловушки для ракет с радиолокационной ГСН
ДПРМ	Дальняя приводная радиостанция с маркером
ДПРС	Дальняя приводная радиостанция (4000 м от торца ВПП)
ДРЛО (AWACS)	Дальнее радиолокационное обнаружение (Airborne Warning and Control System)
ДУАС	Датчик угла атаки и скольжения
ЖБУ	Железо-бетонное укрытие
ЖКИ	Жидкокристаллический индикатор
ЗА (AAA)	Зенитная артиллерия (Anti-Aircraft Artillery)
ЗПУ	Заданный путевой угол
ЗРК (SAM)	Зенитный ракетный комплекс (Surface-Air Missile)
ЗУ	Зенитная установка
ИА	Истребительная авиация
ИВС	Истинная воздушная скорость
ИИ	Искусственный интеллект
ИК (IR)	Инфракрасный (InfraRed)
ИКВ	Инерциальная курсо-вертикаль
ИК-ВК	Информационный комплекс вертикали и курса
ИКГСН	Инфракрасная головка самонаведения
ИКП	Индикатор командный пилотажный
ИЛС (HUD)	Индикатор на лобовом стекле (Head Up Display)
ИНС	Инерциальная навигационная система
ИПВ	Индикатор прямой видимости. ТВ дисплей самолетов Су-27/33, МиГ-29
ИПМ	Исходный пункт маршрута

ИСП (ILS)	Инструментальная система посадки (Instrument Landing System)
ИТ	Индикатор телевизионный
КАБ	Корректируемая авиабомба
КАПК	Круглосуточный автоматический прицельный комплекс
КВД	Контур высокого давления (двигателя)
КДП	Командно-диспетчерский пункт MWL
КМГУ	Контейнер мелких грузов универсальный
КНД	Контур низкого давления (двигателя)
КОЛС	Квантовая оптико-локационная станция
КП	Командный пункт
КПМ	Конечный пункт маршрута
КПП	Командно-пилотажный прибор
КУР	Курсовой угол радиостанции
КУЦ	Курсовой угол цели
ЛА	Летательный аппарат
ЛБУ	Линейное боковое уклонение
ЛД	Лазерный дальномер
ЛЛКУ	Лазерно-лучевой канал управления
ЛТЦ (Flare)	Ложные тепловые цели. Ловушки для ракет с ИК ГСН
ЛУР	Линейное упреждение разворота
МК	Магнитный курс
МКГ	Метка курсо-глиссады на ИЛС
мпв	Мотопехотный взвод
мпр	Мотопехотная рота
МПР	Магнитный пеленг радиостанции
МСА	Международная стандартная атмосфера

мсб	Мотострелковый батальон (РФ)
мсбр	Мотострелковая бригада (РФ)
мсв	Мотострелковый взвод (РФ)
мср	Мотострелковая рота (РФ)
МФД (MFD)	Многофункциональный дисплей (Multi Functional Display)
НАР	Неуправляемая авиационная ракета (Rocket)
НВ	Несущий винт (винты)
НВУ	Нашлемное визирное устройство
НИТ	Нижнее информационное табло (на ПВИ)
НОП	Наземный обслуживающий персонал
НПП	Навигационно-пилотажный прибор
НППУ	Несъемная подвижная пушечная установка
НСЦУ	Нашлемная система целеуказания
овпбу	Отдельный вертолетный полк боевой и управления
ОГВ(с)	Объединенная группировка войск (сил)
ОПРС	Отдельная приводная радиостанция (NDB)
ОПС	Оптическая прицельная система
ОСП	Оборудование системы посадки. Система посадки по дальней и ближней приводным радиостанциям (ICAO 2NDB Approach)
ОТ	Оперативная точка
ОШ	Общий шаг винтов
ошп	Отдельный штурмовой авиационный полк
ПАН	Передовой авиационный наводчик
ПАРГСН	Полуактивная радиолокационная головка самонаведения
ПВД	Приемник воздушного давления
ПВИ	Пульт ввода и индикации

ПВО (AD)	Противовоздушная оборона (Air Defense)
ПВР	Пульт выбора режимов
ПВЦ	Пульт включения целеуказания
ПЗРК	Переносной ЗРК
ПЗУ	Пылезащитное устройство
ПНК	Пилотажно-навигационный комплекс
ПНП (HSI)	Плановый навигационный прибор (Horizontal Situation Indicator)
ПОС	Противообледенительная система
ППД	Приемник полного давления
ППМ	Промежуточный пункт маршрута (Waypoint)
ППР	Пульт пилотажных режимов
ППУ	Продольно-поперечное управление (ручка)
ПР	Пуск разрешен
ПРГСН	Пассивная радиолокационная головка самонаведения
ПрПНК	Прицельно-пилотажно-навигационный комплекс
ПРР	Противорадиолокационная ракета
ПРС	Приводная радиостанция
ПРЦ	Пульт режимов целеуказания
ПСО	Поисково-спасательное обеспечение
ПТБ	Подвесной топливный бак
ПТРК	Противотанковый ракетный комплекс
ПТУР	Противотанковая управляемая ракета
ПУ	Путевой угол
ПУИ	Пульт управления и индикации
ПУР	Пульт управления режимами



РБК	Разовая бомбовая кассета
РК	Радиокоррекция
РЛПК	Радиолокационный прицельный комплекс
РЛС	Радиолокационная станция (Radar)
РНП (STT)	Режим непрерывной пеленгации (Single Target Track)
РОШ	Рычаг общего шага
РРУ (РРУД)	Рычаги раздельного управления (двигателями)
РСЗО	Реактивная система залпового огня
РУ	Расчетный угол
РУД	Ручка управления двигателем (Throttle)
РУС	Ручка управления самолетом (Stick)
РЭБ (ЕСМ)	Радиоэлектронная борьба (Electronic Counter Measure)
САП	Система аварийного покидания
САП	Станция активных помех
САС	Система аварийной сигнализации
САУ	Система автоматического управления
СВ	Сухопутные войска
СГФ	Средняя горизонталь фюзеляжа
СДУ	Система дистанционного управления
СЕИ	Система единой индикации
СНП (TWS)	Сопровождение на проходе (Track While Scan)
СНС	Спутниковая навигационная система
СПО	Система предупреждения об облучении
СППУ	Съемная подвижная пушечная установка
СРО	Самолетный радиолокационный ответчик госопознавания
СРП	Система ракетного предупреждения

СТ	Свободная турбина
СУВ	Система управления вооружением
СУО	Система управления оружием
СЧП	Средняя частота повторения (импульсов доплеровского излучения)
ТА	Тактическая авиация
тб	Танковый батальон
ТВ	Телевизионный (индикатор)
ТГСН	Тепловая головка самонаведения
ТК	Турбокомпрессор
ТРД	Турбореактивный двигатель
ТТХ	Тактико-технические характеристики
УВД	Управление воздушным движением
УР	Управляемая ракета
УСТ	Универсальное сигнальное табло
УЦО	Устройство цифрового обмена
ФАБ	Фугасные авиационные бомбы
ФАР	Фазированная антенная решетка
ФПУ	Фактический путевой угол
ХС	Хвостовой сигнал, белого цвета, установлен на киле
ЦАП	Цифро-аналоговый преобразователь
ЦВМ	Цифровая вычислительная машина
ЦВМ-Б	Цифровая вычислительная машина – боевая
ЦВМ-Н	Цифровая вычислительная машина – навигационная
ЦРУ	Центральное распределительное устройство (энергетика)
ЦСО	Центральный сигнальный огонь

---

ЧПИ	Частота повторения импульсов
ША	Штурмовая авиация
ШБЖ	Штурманский бортовой журнал
ЩАР	Щелевая антенная решетка
ЭВУ	Экранно-выхлопное устройство
ЭОС	Электронно-оптическая система
ЭПР	Эффективная площадь рассеивания
ЭРД	Электронный регулятор двигателя

## Источники

Из статьи, опубликованной в группе новостей res.aviation.military в 1999.

<http://www.aviastar.org/russian-aircraft/flanker/index.html>

<http://www.milavia.net/aircraft/su-27/su-27.htm>

AFM (2007-1), Air Forces Monthly #226, январь 2007, стр. 18, Key Publishing, UK.

Бутовский, Петр (2007). Новое поколение боевых самолетов, Европейское издание, Том.8 №5, Октябрь-ноябрь 2007, стр.22-25, Ian Allan Publishing, UK.

Бутовский, Петр (2008). Последний фланкер Сухого, Боевая авиация, Европейское издание, Том.9, №3, стр. 52-55, Ian Allan Publishing Ltd, UK.

Фомин, Андрей (2000). Су-27 история истребителя, РА Интервестник, Москва, Россия.