

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тверской государственный университет»

---

Факультет прикладной математики и кибернетики  
Направление «Фундаментальная информатика и информационные  
технологии»

**Курсовая работа**  
по дисциплине  
«Системы специального назначения»

Направление: 02.03.02 – «Фундаментальная информатика и информационные  
технологии»

Тема: Сравнительный анализ методов наведения «Погоня» и «Манёвр».

**Выполнил:**  
студент 3 курса  
Варламов Антон Дмитриевич  
**Руководитель:**  
Князев П.Л.

## Оглавление

1. Предмет и теоретические основы наведения истребителей	2
1.1 Основные понятия теории наведения	2
1.2 Закономерности движения истребителя относительно воздушной цели.	7
2. Метод наведения «Погоня»	9
2.1 Сущность метода наведения	9
2.2 Оценка метода	12
3. Метод наведения «Манёвр»	13
2.1 Сущность метода наведения	13
2.2 Оценка метода	18
4. Сравнительный анализ эффективности методов наведения	19
5. Обоснование для выбора метода наведения в зависимости от условий применения истребителей.	21
Список литературы	20

# 1. Предмет и теоретические основы наведения истребителей

## 1.1. Основные понятия теории наведения.

Важнейшими оперативно-тактическими требованиями, предъявляемыми к боевым действиям авиации, являются внезапность, точность и своевременность. Для выполнения этих требований самолеты (вертолеты) должны точно выводиться на заданные воздушные, наземные и морские цели в назначенное время по траекториям, обеспечивающим эффективное выполнение поставленных боевых задач.

Самостоятельно решить эту задачу экипажи летательных аппаратов (ЛА) могут лишь в ограниченной области воздушного пространства, начиная с дальности обнаружения цели с помощью бортовых средств или визуально. Вне этой области движение ЛА по заданной траектории обеспечивается совместно экипажами и боевыми расчетами пунктов управления (командными пунктами (КП), пунктами наведения истребительной авиации (ПН ИА), пунктами наведения и целеуказания (ПНЦ), авианаводчиками и самолетами радиолокационного дозора и наведения (СРЛДН)).

**Наведением** называется комплекс действий расчетов пунктов управления, направленных на обеспечение вывода самолетов (вертолетов) в тактически выгодное положение относительно наземных, морских и воздушных целей по оптимальным траекториям.

Наведение – важнейшая составная часть управления экипажами при выполнении ими различных боевых задач.

**Наведение на воздушные цели** заключается в управлении движением истребителей для вывода их в тактически выгодное положение относительно воздушного противника, обеспечивающее обнаружение противника с помощью бортовых средств или визуально и выполнение атаки.

Наведение осуществляется расчетами пунктов управления (КП, ПН ИА, ПНЦ, самолетами РЛДН) в соответствии с решением командира по данным воздушной и наземной обстановки, поступающей от наземных (корабельных) РЛС и с борта самолета радиолокационного дозора и наведения.

Наведение выполняют офицеры боевого управления (ОБУ) (штурманы наведения), которые решают задачу наведения, вырабатывают и передают на борт истребителя команды наведения, целеуказания и информацию о воздушной (наземной) обстановке.

Экипажам истребителей подаются команды о курсе и режиме полета с периодическим целеуказанием (указанием дальности до цели, ее высоты и положения относительно наводимых самолетов).

Понятие наведения на воздушные цели тесно связано с понятием боевого полета (полета на выполнение боевой задачи).

**Боевой полет** включает следующие этапы (рис. 1.1):

1. Взлет и построение боевых порядков.
2. Полет в район выполнения боевой задачи.
3. Действия в районе выполнения боевой задачи.
4. Полет из района выполнения боевой задачи на аэродром посадки.
5. Роспуск боевых порядков и выполнение посадки.

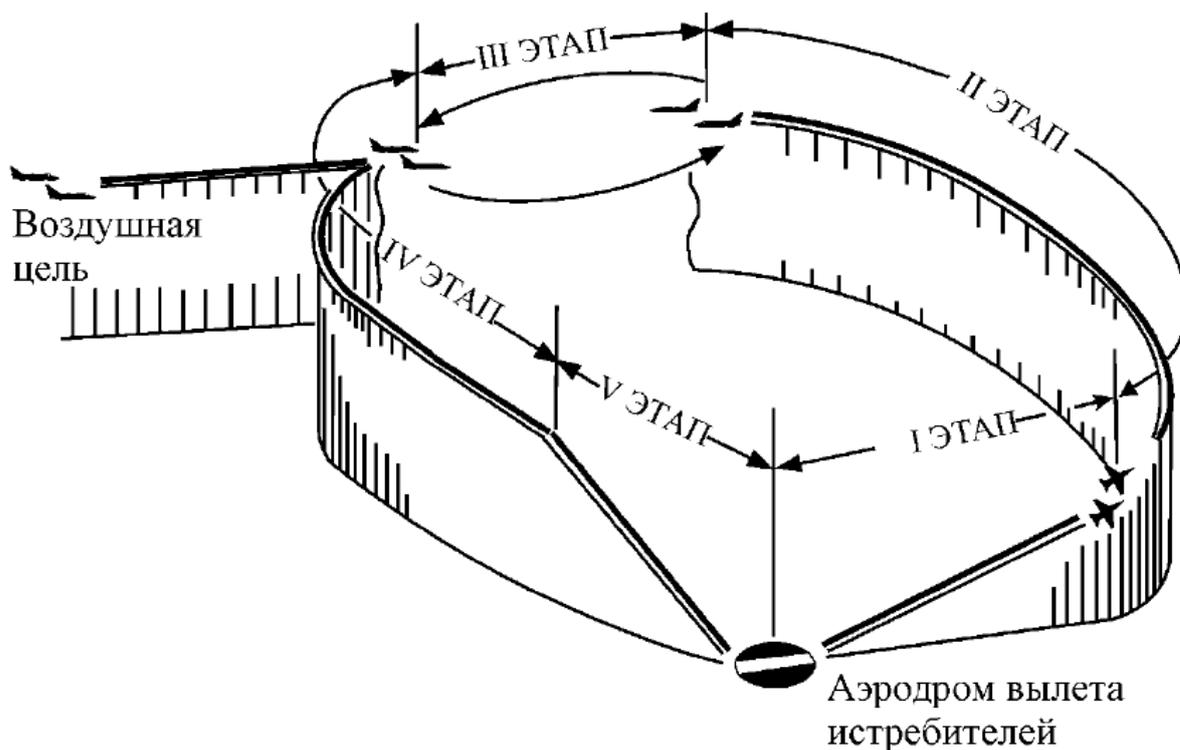


Рис. 1.1. Этапы боевого полета

Точка воздушного пространства, от которой истребитель начинает наводиться на цель, называется исходной точкой наведения (ИТН). Наведение начинается с момента подачи команды на занятие истребителем курса отхода от ИТН. За ИТН может приниматься аэродром базирования истребителей, центр зоны дежурства в воздухе или любая заранее заданная точка (рис. 1.2). Положение ИТН известно заранее, и летчик может выйти в нее самостоятельно.

Заканчивается наведение после доклада летчика об устойчивом обнаружении и опознавании заданной цели. С этого момента начинается воздушный бой.

**Воздушный бой** включает следующие этапы:

1. Занятие выгодного исходного положения (сближение)/
2. Атака.
3. Маневрирование между атаками.

#### 4. Выход из боя.

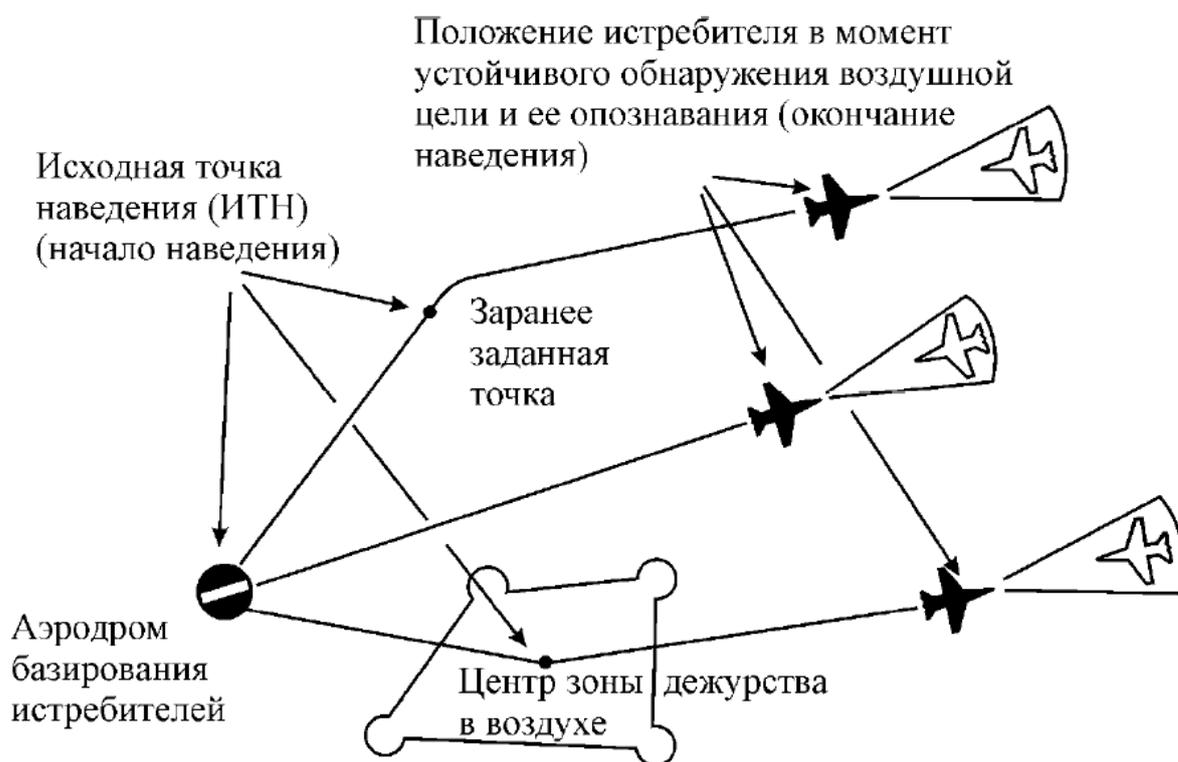


Рис. 1.2. Различные положения исходной точки наведения (ИТН)

Занятие выгодного исходного положения (сближение) заключается в маневрировании экипажей (подразделений) с момента обнаружения противника до входа в область возможного выполнения атак (эффективного применения оружия).

Атака является решающим этапом наступательного воздушного боя. Она начинается с началом прицеливания (переводом РЛП в режим «Захват») и заканчивается наведением (пуском) ракет или прекращением стрельбы из пушек (пулеметов).

Маневрирование между атаками осуществляется при необходимости выполнить повторную атаку или при перенацеливании экипажа (группы) в ходе боя.

Выход из боя заключается в организованном прекращении и немедленном уходе экипажей из района ведения боя в заведомо выбранном (указанном) направлении.

Летчик с учетом целеуказания и информации, поступающей от ОБУ, принимает решение на выбор маневра на сближение и выполнение атаки, а затем по командам ОБУ или самостоятельно принимает решение на выход из боя.

При наведении истребителей на воздушные цели используется комплекс различных технических средств:

- наземные и корабельные РЛС;
- самолеты радиолокационного дозора и наведения;
- наземные и самолетные радиостанции, средства радиорелейной, телефонной и громкоговорящей связи;
- аппаратура автоматизированных систем управления;
- техническое оборудование КП, аппаратура объективного контроля и документирования.

ОБУ должен четко знать и умело использовать возможности этих средств при выполнении наведения.

Траектории полета истребителей при наведении их на воздушные цели могут быть прямолинейными, криволинейными и состоять из прямолинейных и криволинейных участков (рис. 1.3).

Способ формирования траектории сближения истребителя с целью принято называть методом наведения.

В зависимости от вооружения истребителя, его положения в пространстве относительно цели, высоты, скорости ее полета, радиоэлектронной обстановки и других условий, наведение может осуществляться различными методами.

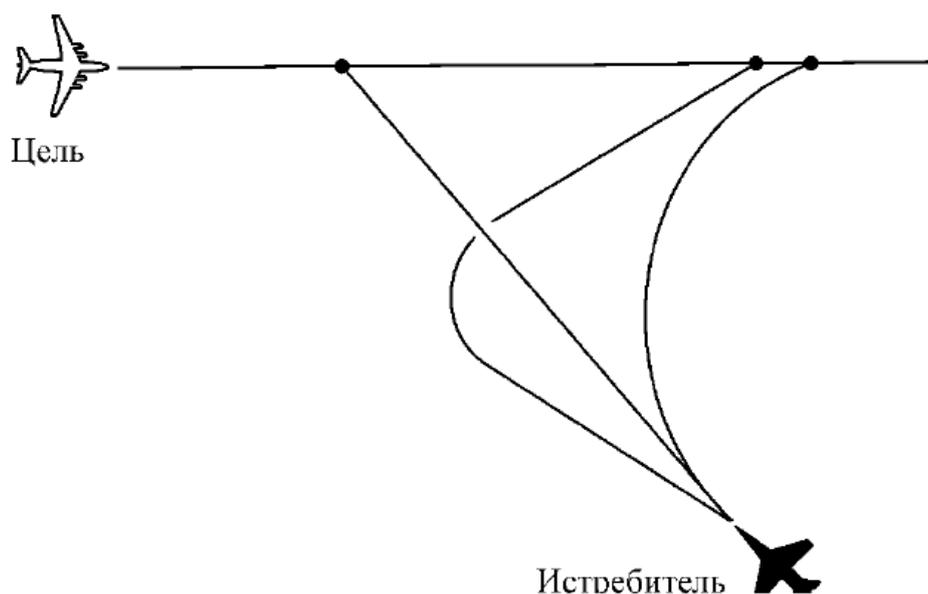


Рис. 1.3. Траектории полета истребителей на перехват воздушной цели

Основными методами наведения являются:

- «Перехват»;
- «Погоня»;
- «Манёвр»;
- «Трёхточечный метод»;

Каждый из указанных методов наведения обладает определенными положительными и отрицательными свойствами, преимуществами и недостатками, которые и следует учитывать в конкретных условиях.

При решении задачи наведения любым методом необходимо:

- оценить взаимное положение истребителя и воздушной цели;
- определить курс, скорость и высоту полета воздушной цели;
- рассчитать и задать истребителю курс полета на перехват;
- рассчитать время полета истребителя до конечной точки, определенной сущностью метода наведения;
- определить путь, проходимый целью до точки конечного положения цели, определенной сущностью метода наведения, и положение этой точки.

Результаты решения задачи наведения в виде команд передаются на борт наводимого истребителя по радиотелефону голосом или автоматически по радиолинии.

Задачу наведения можно решать различными способами:

- аналитическим;
- графическим;
- инструментальным;
- глазомерным;
- автоматизированным.

Уничтожение воздушной цели должно выполняться за минимальное время, поэтому задачу наведения целесообразно рассматривать как задачу отыскания траекторий истребителей, оптимальных по быстродействию при наличии некоторых требований и ограничений.

Расчет оптимальных траекторий для обеспечения атаки воздушной цели в минимальное время выполняется методами математического программирования с помощью ЭВМ, входящих в состав автоматизированных пунктов наведения.

При неавтоматизированном наведении ОБУ рассчитывает оптимальную траекторию истребителя (выбирает метод и параметры наведения), исходя из взаимного расположения истребителя и воздушной цели и используя справочные данные, а также штурманское снаряжение.

## 1.2. Закономерности движения истребителя относительно воздушной цели.

Прежде чем раскрыть сущность каждого из методов наведения, необходимо установить основные закономерности движения истребителя относительно воздушной цели.

Решая задачу наведения истребителей на воздушные цели, ОБУ имеет дело с координатами и параметрами, характеризующими движение истребителя и воздушной цели, и параметрами, характеризующими взаимное положение истребителя и цели (рис. 1.4).

Координаты цели и истребителя ОБУ определяет на экране индикатора кругового обзора (ИКО) радиолокационной станции (РЛС) в плоской (горизонтальной) системе координат «азимут-дальность», причем принимается, что горизонтальная дальность примерно соответствует измеряемой РЛС наклонной дальности до ЛА.

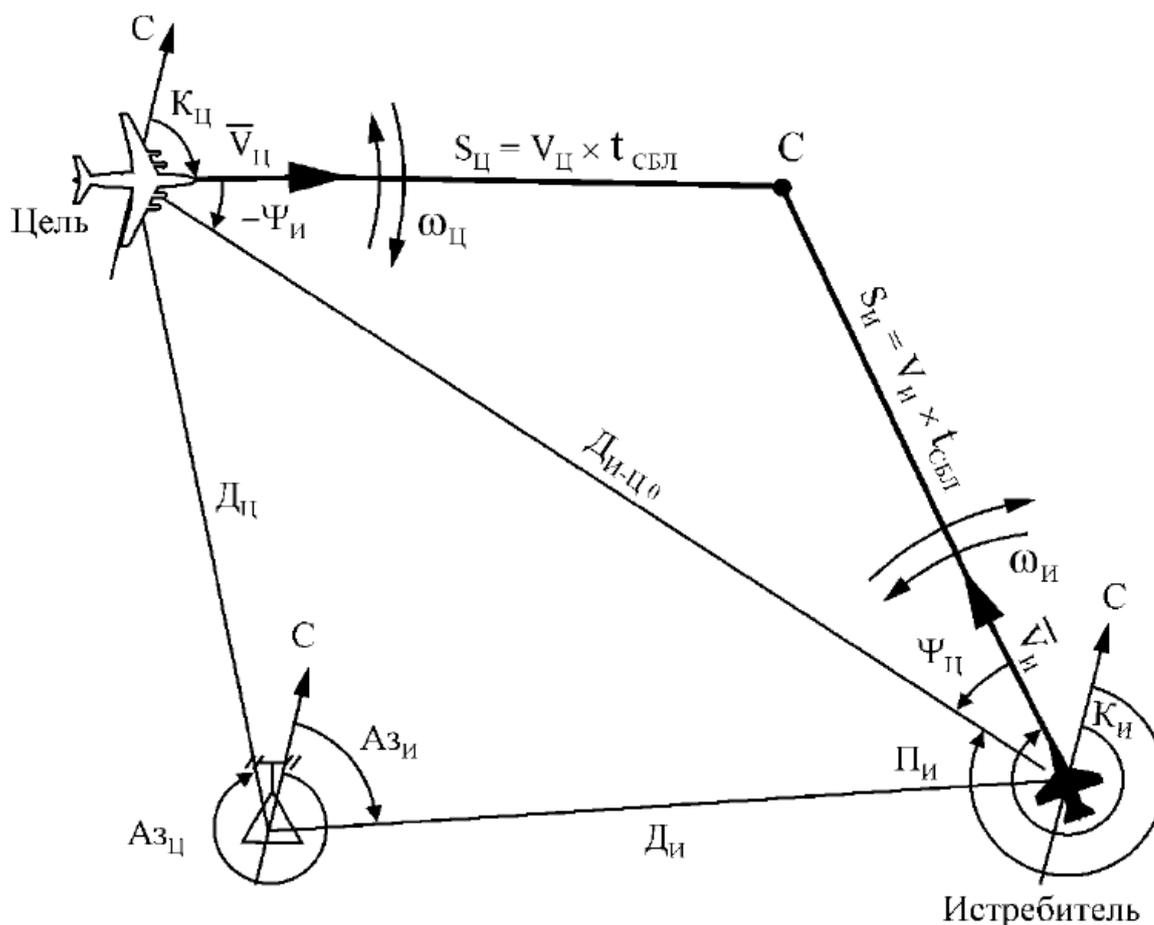


Рис. 1.4. Решение задачи наведения

**Азимут (Az)** – это угол в горизонтальной плоскости между северным направлением истинного (магнитного, условного) меридиана, проходящего через точку стояния РЛС, и направлением на ЛА. Азимут отсчитывается по ходу часовой стрелки.

**Дальность (Д)** – кратчайшее расстояние в горизонтальной плоскости между точкой стояния РЛС и точкой место положения ЛА.

К параметрам, характеризующим движение истребителя и воздушной цели, относятся:

- линейные скорости истребителя и воздушной цели ( $V_{и}$ ,  $V_{ц}$ );
- угловые скорости истребителя и воздушной цели ( $\omega_{и}$ ,  $\omega_{ц}$ );
- курсы полета истребителя и воздушной цели ( $K_{и}$ ,  $K_{ц}$ ).

На экране ИКО можно определить направление и скорость перемещения ЛА относительно земной поверхности, т.е. фактический путевой угол (ФПУ) и путевую скорость ( $V$ ).

**Путевой угол (ПУ)** – угол в горизонтальной плоскости между северным направлением истинного (магнитного, условного) меридиана и линией пути самолета.

**Путевая скорость (V)** – скорость перемещения самолета относительно земной поверхности.

**Воздушная скорость (W)** – скорость перемещения самолета относительно воздушной среды.

Чтобы определить курс полета и воздушную скорость ЛА, ОБУ должен знать направление и скорость ветра на высоте полета ЛА и рассчитать угол сноса. При выполнении наведений на воздушные цели задача наведения, как правило, решается в подвижной относительной системе координат, и ветер одинаково влияет на движение истребителя и цели. Поэтому принимают, что путевой угол (ПУ) и путевая скорость ЛА ( $V$ ), определяемые на ИКО, соответственно равны курсу ( $K$ ) и воздушной скорости ( $W$ ).

**Курс самолета (K)** – угол в горизонтальной плоскости между северным направлением истинного (магнитного, условного) меридиана и продольной осью самолета. Отсчитывается по часовой стрелке.

При решении задачи наведения считают, что в данный момент времени линейная скорость и курс полета воздушной цели постоянны, а угловая скорость равна нулю, т.е.  $V_{ц} = \text{const}$ ;  $K_{ц} = \text{const}$ ;  $\omega_{ц} = 0$ .

Линейную и угловую скорости истребителя ОБУ задает, исходя из сложившейся обстановки; курс и время полета рассчитываются в ходе решения задачи наведения.

Иногда вместо линейных скоростей полета истребителя и воздушной цели используются их отношения:

$$\frac{V_{ц}}{V_{и}} = n \quad (1.1)$$

$$\frac{V_{и}}{V_{ц}} = m \quad (1.2)$$

$$\frac{1}{n} = m \quad (1.3)$$

К параметрам, характеризующим взаимное положение истребителя и воздушной цели, относятся:

- исходная дальность между истребителем и целью ( $D_0$ );
- курсовые углы цели и истребителя ( $\Psi_{ц}$ ,  $\Psi_{и}$ );
- пеленг цели ( $\Pi_{ц}$ ).

**Исходная дальность ( $D_0$ )** – это кратчайшее расстояние между точками нахождения воздушной цели и истребителя.

Линию, проходящую через точки нахождения воздушной цели и истребителя, в теории наведения принято называть линией пеленга цели ( $\Pi_{ц}$ ).

**Курсовой угол истребителя ( $\Psi_{и}$ )** – это угол в горизонтальной плоскости между вектором воздушной скорости цели и направлением на истребитель.

**Курсовой угол цели ( $\Psi_{ц}$ )** – это угол в горизонтальной плоскости между вектором воздушной скорости истребителя и направлением на цель.

Курсовые углы и угловые скорости разворота считаются положительными при отсчете против направления движения часовой стрелки.

**Пеленг цели ( $\Pi_{ц}$ )** – это угол в горизонтальной плоскости между северным направлением истинного (магнитного, условного) меридиана, проходящего через точку местоположения истребителя, и направлением на цель.

Дифференциальные уравнения относительно перемещения истребителя и воздушной цели могут быть записаны в следующем виде:

$$\begin{cases} \Psi'_и = \frac{V_{ц}}{D_0} * (\sin \Psi_{и} + m + \sin \Psi_{ц}) - \omega_{ц}, \\ \Psi'_ц = \frac{V_{и}}{D_0} * (\sin \Psi_{и} + m + \sin \Psi_{ц}) - \omega_{и}, \\ D' = -V_{ц} * (\cos \Psi_{и} + m + \cos \Psi_{ц}). \end{cases}$$

Эти дифференциальные уравнения характеризуют закономерности движения истребителя относительно воздушной цели и будут использоваться при рассмотрении методов наведения.

## 2. Метод наведения «Погоня»

### 2.1 Сущность метода наведения

Метод наведения «Погоня» отличается от методов прямого наведения тем, что траектория полета истребителя не является прямолинейной. Данный метод, в отличие от методов прямого наведения, не требует от ОБУ знания параметров движения цели и истребителя. При наведении этим методом ОБУ достаточно знать лишь координаты воздушной цели и истребителя.

Данный метод может быть использован на начальном и конечном этапах наведения и при наведении на маневрирующие воздушные цели.

Сущность метода наведения «Погоня» заключается в том, что командами с КП (ПН) или с помощью бортовых средств вектор скорости истребителя или его продольная ось непрерывно направляется на воздушную цель. (рис.2.1).

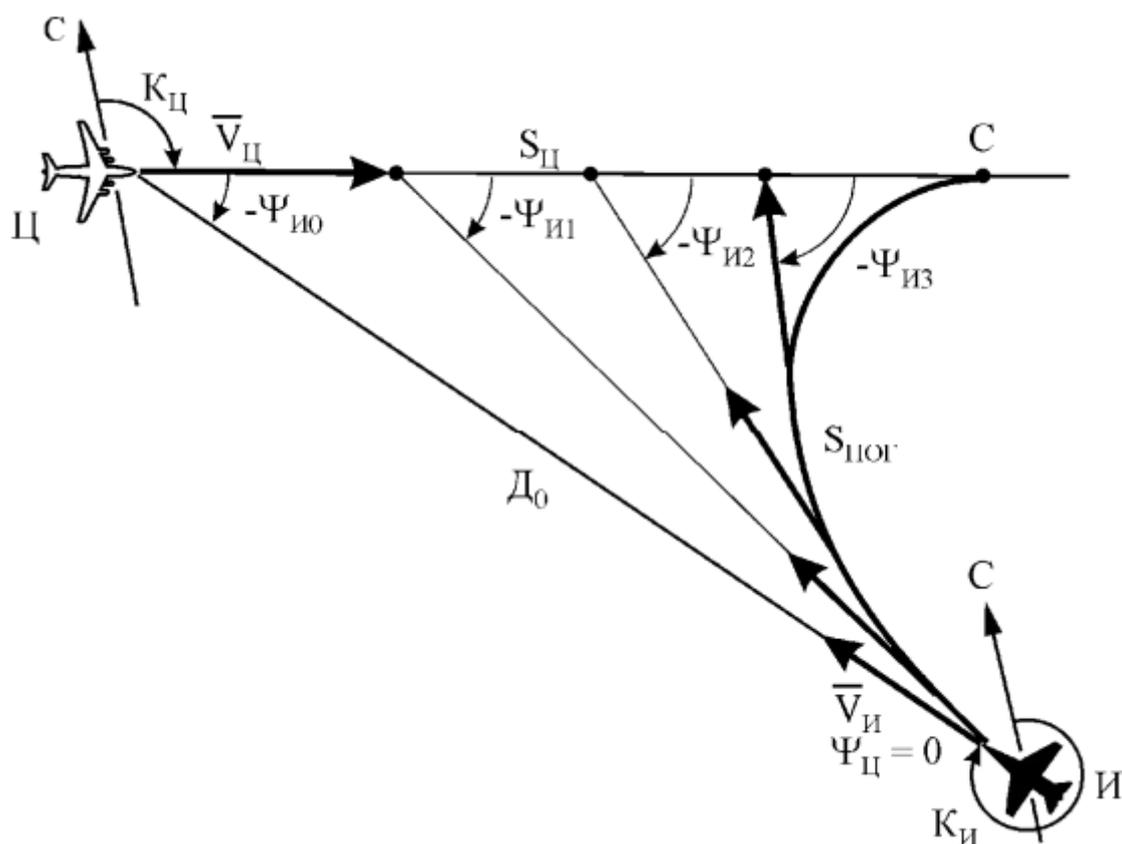


Рис 2.1 Метод наведения «Погоня»

В этом случае курсовой угол цели равен нулю ( $\Psi_{ц} = 0^\circ$ ). Истребитель сближается с воздушной целью по криволинейной траектории, которую называют кривой погони. Наведение этим методом связано с разворотом истребителя и изменением угла крена в процессе сближения с воздушной целью.

При сближении истребителя с воздушной целью по кривой погони продольная ось истребителя направлена на воздушную цель, поэтому он

выводится в заднюю полусферу воздушной цели и требует преимущества истребителя в скорости полета. Исключение представляет лишь полет строго на встречных курсах, когда скорость истребителя может быть меньше скорости воздушной цели, при этом метод наведения «Погоня» не отличается от метода «Параллельное сближение».

В двух случаях – при полете истребителя вдогон ( $\Psi_{и} = 180^\circ$ ) и строго навстречу цели ( $\Psi_{и} = 0^\circ$ ) кривая погони превращается в прямолинейную траекторию, такую же, как при «Параллельном сближении» (рис. 2.2)

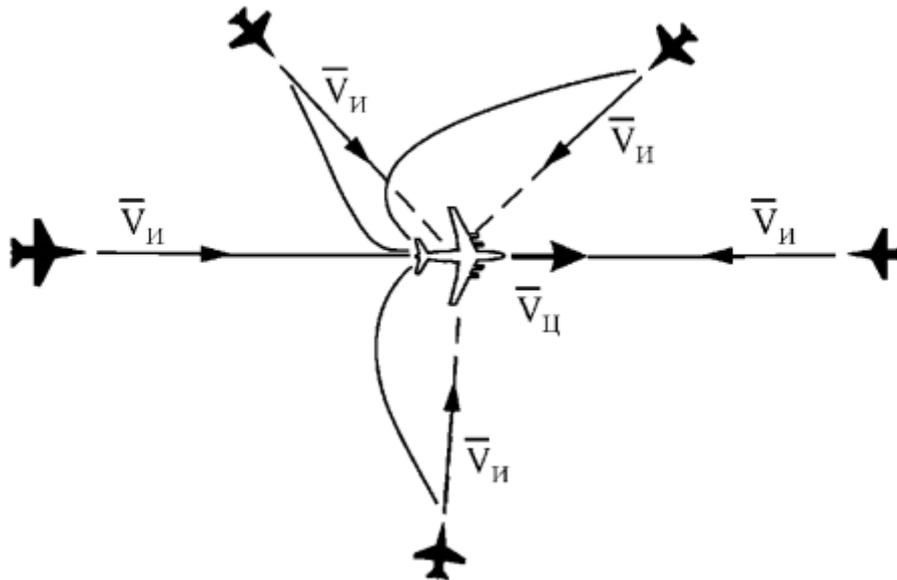


Рис. 2.2. Возможные траектории полета истребителя и углы (ракурсы) встречи с воздушной целью

## 2.2. Оценка метода «Погоня»

Важными положительными свойствами метода «Погоня» являются:

1. Простота определения курса полета истребителя.
2. Наилучшие условия поиска цели истребителем в конце наведения, так как вектор скорости истребителя (его продольная ось) постоянно направлены на воздушную цель.
3. Отсутствие требований знания параметров движения воздушной цели и истребителя. Для наведения этим методом достаточно знать лишь их координаты.
4. Возможность применять метод в начале наведения, когда данные о воздушной цели неустойчивы и по ним невозможно определить скорость и направление ее полета.

Недостатки метода:

1. С точки зрения пилотирования это наиболее трудновыполнимый метод, так как курс и крен истребителя все время меняются вплоть до значений, превышающих допустимые.
2. Метод не обеспечивает выход на цель в кратчайшее время по кратчайшему расстоянию, так как траектория истребителя является криволинейной.
3. Метод применяется, когда скорость истребителя больше скорости воздушной цели, так как истребитель выводится в заднюю полусферу воздушной цели.
4. Метод не обеспечивает выход истребителя на цель под заданным углом встречи и не обеспечивает безопасность от столкновения самолетов в воздухе, так как встреча истребителя с целью происходит в одной точке.
5. При наведении этим методом значительная область пространства относительно воздушной цели, т.е. почти вся передняя полусфера, не может быть использована для наведения. Эта область увеличивается при маневре цели курсом.

Метод, как правило, применим:

- в начале наведения;
- на заключительном этапе наведения;
- при наведении на маневрирующие воздушные цели.

### 3. Метод наведения «Манёвр»

#### 3.1. Сущность метода «Манёвр»

Опыт войн показывает, что атака воздушной цели оказывается наиболее результативной в том случае, когда истребитель к моменту начала атаки находится в тактически выгодном положении относительно цели. Занять тактически выгодное положение летчик может по командам с пунктов управления только с применением метода наведения «Маневр».

Наведение методом «Маневр» заключается в выводе истребителя по траектории, состоящей из нескольких участков, включающих специальный маневр, в заданное относительно цели положение по направлению и дальности. Это положение определяется возможностями системы вооружения истребителя и тактическим замыслом.

Траектория полета истребителя при наведении методом «Маневр» состоит из трех участков:

- участка прямолинейного полета в точку начала маневра (ТНР);
- маневра (разворота) для выхода на цель с заданного направления;
- прямолинейного участка непосредственного выхода на цель на заданную дальность (глубину наведения)  $D_k$  до нее.

Наведение истребителей методом «Маневр» принято подразделять на этапы (рис. 3.1):

- 1 этап – полет по прямой в точку начала маневра (разворота) (ТНР).
- 2 этап – разворот с заданным радиусом  $R$  в точку  $D$  на дальность вывода ( $D_{\text{выв}}$ ) от цели под заданным углом встречи  $\Theta$ .
- 3 этап – полет по прямой на дальность  $D_k$  до цели.

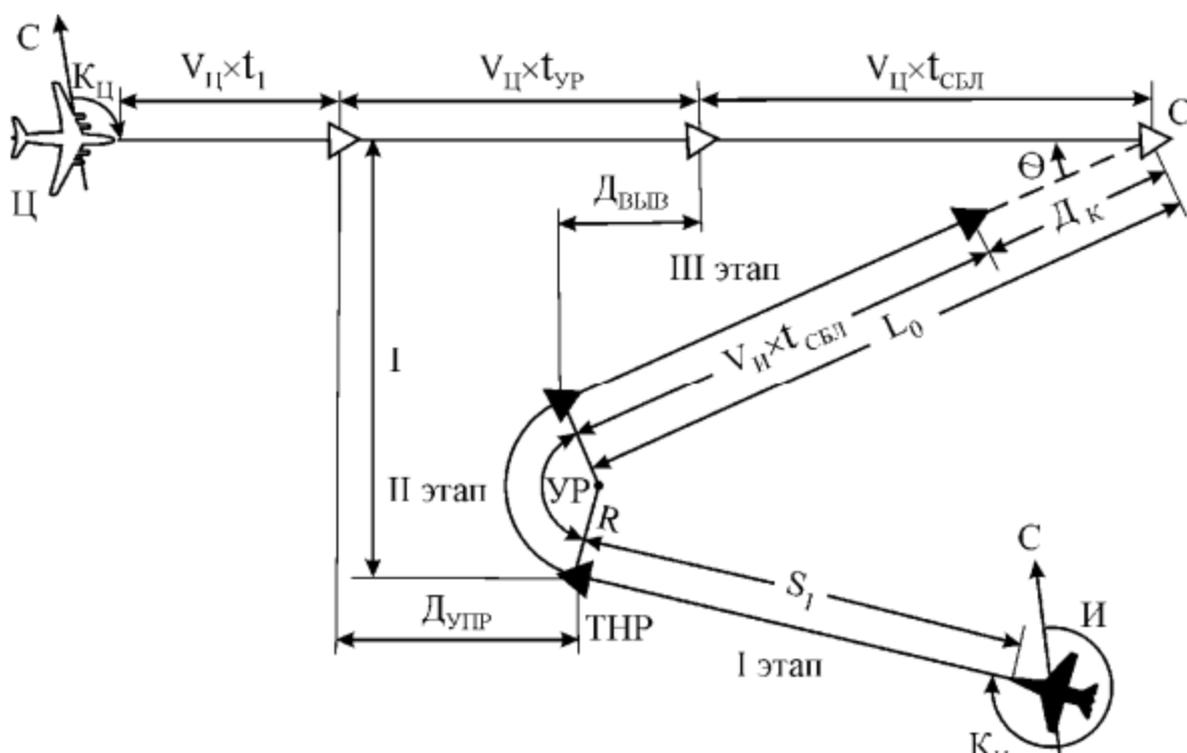


Рис. 3.1. Метод наведения «Манёвр»

На первом этапе истребитель по прямой выводится в точку начала маневра (разворота), т.е. первым участком траектории является касательная к траектории разворота. Длина прямолинейного участка первого этапа  $S_{\text{п}}$  зависит от исходной дальности между целью и истребителем, их взаимного положения, скоростей полета и заданного угла встречи –  $\Theta$ , а также некоторых других условий:

$$S_n = \int (D_0; \Psi_u; \Psi_c; V_u; V_c; \Theta \dots)$$

На втором этапе (рис. 3.2) наведения истребитель выполняет маневр. Наиболее распространенным видом маневра является разворот на некоторый угол с определенным креном –  $\beta$ , который определяет радиус разворота –  $R$ .

Команда на выполнение маневра подается при выходе истребителя в точку начала разворота (ТНР). Ее положение при выполнении глазомерного наведения определяется по интервалу  $I$  и упрежденной дальности разворота  $D_{\text{упр}}$ . Данные величины есть не что иное, как координаты ТНР относительно воздушной цели.

**Интервал (I)** – кратчайшее расстояние между истребителем и линией полета цели в момент начала разворота истребителя.

**Упрежденная дальность разворота ( $D_{\text{упр}}$ )** – расстояние между целью и проекцией истребителя на линию ее пути в момент начала маневра (разворота) истребителя.

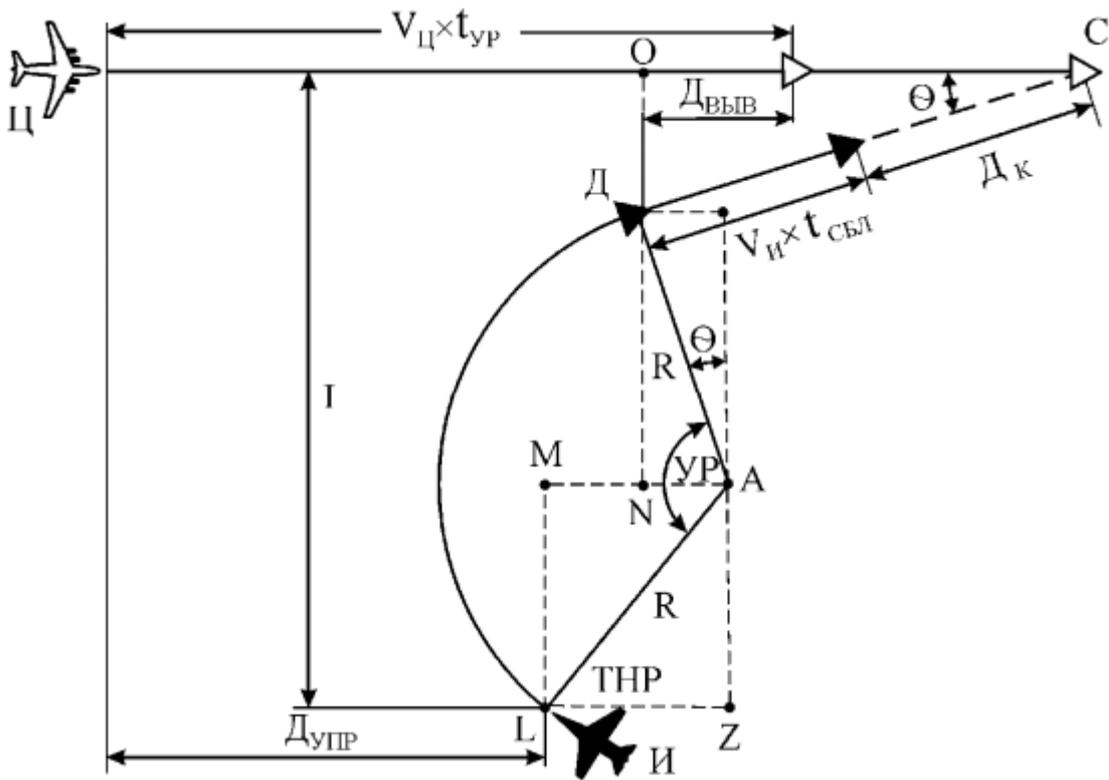


Рис. 3.2. Второй этап наведения (разворот) методом «Манёвр»

При атаке цели в ЗПС:

$$I = |QD| + |DN| + |ML|,$$

$$\text{Из } \triangle DCQ \rightarrow |QD| = (V_u \times t_{сбл} + D_k) \times \sin \Theta,$$

$$\text{Из } \triangle DAN \rightarrow |DN| = R \times \cos \Theta,$$

$$\text{Из } \triangle AML \rightarrow |ML| = R \times \cos (180^\circ - (УР + \Theta)) = -R \times \cos (УР + \Theta),$$

$$I = R \times (\cos \Theta - \cos (УР + \Theta)) + (V_u \times t_{сбл} + D_k) \times \sin \Theta_0.$$

В результате разворота на рассчитанный ОБУ угол цель должна войти в зону обзора прицельной системы истребителя и находиться от него на некоторой дальности ( $D_{\text{выв}}$ ). В точке Д курсовой угол цели –  $\Psi_{\text{ц}}$  должен быть не больше предельного угла встречи истребителя с целью  $\Theta_{\text{пр}}$ , т.е.  $\Psi_{\text{ц}} \leq \Theta_{\text{пр}}$ .

Значение предельного угла встречи ( $\Theta_{\text{пр}}$ ) обычно принимается равным максимальному отклонению зоны обзора прицельной системы истребителя от его продольной оси. В этой же точке (Д) истребитель должен находиться на заданной дальности вывода ( $D_{\text{выв}}$ ) от цели.

Дальность вывода ( $D_{\text{выв}}$ ) – расстояние между истребителем, находящимся в точке окончания разворота, и воздушной целью, измеренное вдоль ЛПЦ.

На третьем этапе истребитель сближается с целью по прямой, при этом реализуется метод «Прямое сближение».

На этом этапе курс истребителя равен курсу цели с учетом заданного угла встречи ( $\Theta$ ):

$$K_u = K_y \pm \Theta; \text{ "-" – при атаке цели справа; "+" – при атаке цели слева.}$$

Число  $\Theta$  измеряется в градусах, но способ его измерения может быть различным при глазомерном и автоматизированном наведении.

Длина прямой третьего этапа ( $L_0$ ) – это расстояние от точки окончания разворота истребителя ( $D$ ) до рубежа ввода в бой.

Необходимо усвоить, что третий этап (на сближении) обеспечивает:

- исправление ошибок ОБУ и летчика, возникающих в процессе наведения, в том числе при развороте;
- выполнение дополнительных маневров, например, «Горки», или снижение для занятия высоты и скорости атаки;
- доразгон истребителя или торможение;
- обнаружение цели и ее опознавание;
- доклад летчика на КП (ПН) и получение разрешения на атаку.

При этом истребитель находится в точке  $K$  на дальности начала атаки  $D_k$ , когда и заканчивается наведение. Поэтому время сближения определяется по формуле:

$$t_{сбл} = t_{ош} + t_{обн} + t_{оп} + t_{зах}.$$

Величина  $L_0$  зависит от величины ошибок при наведении, необходимости выполнения дополнительного маневра истребителя, скорости сближения истребителя с целью, их разности высот, возможностей используемых летчиком прицела и ракет. Длина прямой III этапа определяется формулой:

$$L_0 = V_u * t_{сбл} + D_k$$

Дальность начала атаки (глубина наведения) ( $D_k$ ) зависит от направления выхода истребителя на цель (от угла встречи  $\Theta$ ), от возможностей прицельной системы истребителя и его вооружения, а также от уровня подготовки летчика.

Чем ближе направление полетов истребителя и цели к встречным  $\Theta \rightarrow 180^\circ$ , тем больше величина  $D_k$ .

Величина  $D_k$  определяется по формуле:

$$D_k = V_{сбл} * t_{прц} + D_{п.р.}$$

где  $D_{п.р.}$  – дальность пуска ракет,  $t_{прц}$  – время прицеливания, обычно 20-60 с. Зная порядок расчета величин  $D_k$  и  $t_{сбл}$ , можно рассчитать и величину  $D_{выб}$ :

$$D_{\text{выв}} = (V_{\text{и}} \times t_{\text{сбл}} + D_{\text{к}}) \times \cos\Theta_0 - V_{\text{ц}} \times t_{\text{сбл}}.$$

Если угол встречи мал,  $\cos\Theta \approx 1$ , то:

$$D_{\text{выв}} = V_{\text{сбл}} \times t_{\text{сбл}} + D_{\text{к}},$$

где  $V_{\text{сбл}} = V_{\text{и}} \pm V_{\text{ц}}$  (знак «-» – при атаке цели с задней полусферы, знак «+» – при атаке с передней полусферы).

Величина дальности до цели при выходе истребителя из разворота важна тем, что ОБУ наглядно видит ее на ИКО; она задается при подготовке к полетам и служит критерием оценки наведения.

В точке К летчик, получив разрешение на атаку, стремится к взятию цели на автосопровождение, что влечет за собой переход на метод «Погоня».

Величины, определяющие форму траектории истребителя при наведении, называются параметрами траектории полета истребителя. К ним относятся:

- $\beta$  (крен),
- R (радиус разворота);
- направление разворота;
- $D_{\text{выв}}$  (дальность вывода);
- $D_{\text{к}}$  (заданная дальность (глубина) наведения);
- $\Theta$  ((заданный) угол встречи с целью);
- $L_0$  (длина прямой третьего этапа наведения).

### 3.2 Оценка метода

Методу наведения «Маневр» присущ ряд недостатков, отличающих его от других методов наведения. К ним следует отнести, прежде всего, сложность его выполнения, т. к. метод содержит элементы других методов наведения.

Дополнительные затраты времени, связанные с выполнением истребителем разворота для выхода в заданное положение относительно цели, особенно на попутные курсы, приводит к увеличению глубины проникновения цели, что в наибольшей степени проявляется при полете цели на большой высоте и большой скорости. Дополнительные затраты времени еще более увеличиваются за счет ошибок вывода истребителя из разворота.

Метод наведения «Маневр» сильно подвержен влиянию маневра цели, что требует применения специальных мер, а в ряде случаев – перехода на наведение другими методами.

Несмотря на эти недостатки, метод «Маневр» является основным при наведении современных истребителей на воздушные цели. Это единственный метод, обеспечивающий вывод истребителя в заданное положение относительно цели. Даже для истребителей, вооруженных всеракурсными ракетами большой дальности, необходимо использовать метод наведения «Маневр» для вывода на цель со стороны солнца в обход запретных зон, со стороны, где неэффективно оборонительное вооружение цели, т.е. с учетом фактической обстановки, конкретного противника и в соответствии с решением командира.

Помимо разворота в горизонтальной плоскости при наведении методом «Маневр» в различных условиях могут применяться и другие виды маневров, в том числе и вертикальные. Сущность метода наведения при этом сохраняется.

#### **4. Сравнительный анализ эффективности методов наведения**

Исходя из оценок методов (2.2, 3.2) мы приходим к выводу, что при недостаточной точности данных о передвижении цели (цель маневрирует, оценка траектории цели ещё не завершена), а также если цель находится на большой высоте и движется с большой скоростью, метод «Манёвр» является менее эффективным чем метод «Погоня» (как из-за сложности расчёта и количества ошибок из-за недостатка данных, так и из-за дополнительных затрат времени, необходимых для достижения выгодной позиции).

С другой стороны, при достаточном количестве данных о передвижении цели и при её относительно слабом маневрировании, разница между временем применения алгоритмов уменьшается и при учёте других факторов (необходимость занять позицию, в которой оборонительные средства цели неэффективны, необходимость обойти запретные зоны и пр.), алгоритм «Манёвр» становится приоритетнее, так как позволяет занять заданное положение относительно цели.

Как итог, при неточных сведениях о передвижении цели или её активном маневрировании эффективнее алгоритм «Погоня», а при возможности точного прогнозирования траектории цели эффективнее метод «Манёвр». Также стоит учитывать тот факт, что в плане пилотирования «Погоня» крайне сложна.

## **5. Обоснование для выбора метода наведения в зависимости от условий применения истребителей.**

При наведении методом «Погоня» курс истребителю задается в точку текущего положения воздушной цели, из-за чего его выгодно применять в нескольких случаях:

- 1) В начале наведения, когда данных о перемещении цели ещё недостаточно и задача о наведении ещё не решена.
- 2) На этапе прицеливания
- 3) При выходе на маневрирующую цель

В первом случае из-за того, что параметры движения цели определены не точно, эффективное применение метода «манёвр» просто невозможно.

Во втором случае необходимо видеть цель, и без крайней необходимости применять «маневр» не нужно – цель уже в зоне поражения истребителя.

В третьем случае, как и в первом, сложно рассчитать на какой траектории будет цель и какую позицию нужно при этом занять истребителю при «маневре».

Сам же «Манёвр» целесообразно применять при необходимости вывода истребителя в тактически выгодное положение или любое заданное положение относительно цели. Например:

- 1) Если радиус поражения истребителя ограничен
- 2) Если перехват происходит не территории с установками ПВО (применить «Манёвр» необходимо, чтобы не мешать ПВО и не попасть под её огонь)
- 3) Если необходимо занять позицию, в которую цели будет неэффективно применять огонь (изначальная позиция истребителя неудачна).

## Список литературы

1. Авиация ПВО России и научно-технический прогресс: боевые комплексы и системы вчера, сегодня, завтра / Под ред. Е.А. Федосова. – М.: Дрофа, 2004.
2. Бакулев П.А. Радиолокационные системы: Учебник для вузов. – М.: Радиотехника, 2004.
3. Белоцерковский Г.Б. Основы радиолокации и радиолокационные устройства. – М.: Советское радио, 1975.
4. Паньков С.Я., Забураев Ю.Е., Матвеев А.М. Теория и методика управления авиацией. – Ульяновск 2006.