

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
УЛЬЯНОВСКОЕ ВЫСШЕЕ АВИАЦИОННОЕ УЧИЛИЩЕ  
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ (ИНСТИТУТ)**

**Военная кафедра**

**С.Я. Паньков,  
Ю.Е. Забураев,  
А.М. Матвеев**

# **ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА УПРАВЛЕНИЯ АВИАЦИЕЙ**

*Учебное пособие*

**В 2- ЧАСТЯХ**

**ЧАСТЬ ПЕРВАЯ**

**Ульяновск 2006**

ББК Ц 53 я7

П 16

Паньков С.Я. Теория и методика управления авиацией: учеб. пособие. В 2 ч. Ч.1 / С.Я. Паньков, Ю.Е. Забураев, А.М. Матвеев; под общ. ред. В.А. Мещерякова. – Ульяновск: УВАУ ГА, 2006. – 190 с.

Учебное пособие предназначено для изучения дисциплины «Теория и методика управления авиацией» курсантами (студентами), проходящими обучение по программе подготовки офицеров запаса на военных кафедрах при высших учебных заведениях по военно-учетным специальностям «Боевое управление полетами с пунктов управления» и «Боевое управление полетами с наземных пунктов управления, имеющих системы наведения».

Содержит основные понятия методики глазомерного наведения истребителей на воздушные и наземные цели.

Рассмотрена методика выполнения штурманских расчетов при действиях авиации по воздушным и наземным целям.

## СОДЕРЖАНИЕ

Условные сокращения.....	6
Глава 1. Наведение – составная часть управления авиацией.....	8
§ 1.1. Основные понятия теории наведения.....	8
§ 1.2. Закономерности движение истребителя относительно воздушной цели.....	14
§ 1.3. Способы определения координат и параметров движения летательных аппаратов.....	20
Вопросы для самоконтроля.....	27
Глава 2. Подготовка ОБУ к выполнению наведения на воздушные цели.....	28
§ 2.1. Сущность глазомерного наведения. Рабочее место ОБУ и подготовка его к работе.....	28
§ 2.2. Штурманские принадлежности и справочные данные, применяемые на пульте управления АП.....	32
§ 2.3. Правила ведения радиообмена при полёте на перехват.....	34
Вопросы для самоконтроля.....	39
Глава 3. Метод наведения «Параллельное сближение».....	40
§ 3.1. Сущность метода наведения «Параллельное сближение».....	41
§ 3.2. Способы решения задачи наведения.....	44
§ 3.3. Влияние маневра воздушной цели на траекторию полета истребителя.....	59
§ 3.4. Возможность наведения на воздушную цель, превосходящую истребитель в скорости полет.....	62
§ 3.5. Итоговая оценка метода.....	65
§ 3.6. Отработка практических навыков на тренажёре.....	66
Вопросы для самоконтроля.....	71
Глава 4. Метод наведения «Прямое сближение».....	73
§ 4.1. Сущность метода наведения «Прямое сближение».....	73
§ 4.2. Способы решения задачи наведения.....	75
§ 4.3. Возможность наведения на воздушную цель, превосходящую истребитель в скорости полета.....	85
§ 4.4. Итоговая оценка метода.....	87
§ 4.5. Отработка практических навыков на тренажёре.....	88
Вопросы для самоконтроля.....	91
Глава 5. Метод наведения «Погоня».....	92
§ 5.1. Сущность метода наведения «Погоня».....	92

§ 5.2. Способы решения задачи наведения.....	94
§ 5.3. Кривизна траектории и условия полета по кривой погони.....	98
§ 5.4. Погоня с упреждением (отставанием).....	103
§ 5.5. Итоговая оценка метода.....	105
§ 5.6. Отработка практических навыков на тренажёре.....	106
Вопросы для самоконтроля.....	112
Глава 6. Метод наведения «Трехточечный».....	113
§ 6.1. Сущность метода наведения «Трехточечный».....	113
§ 6.2. Способы решения задачи наведения.....	116
§ 6.3. Влияние маневра цели на решение задачи наведения методом "Трехточечный".....	123
§ 6.4. Итоговая оценка метода наведения.....	125
§ 6.5. Отработка практических навыков на тренажёре.....	126
Вопросы для самоконтроля.....	131
Глава 7. Метод наведения «Маневр».....	132
§ 7.1. Сущность метода наведения «Маневр».....	133
§ 7.2. Способы решения задачи наведения.....	139
§ 7.3. Особенности наведения на маневрирующие цели.....	150
§ 7.4. Итоговая оценка метода.....	155
§ 7.5. Отработка практических навыков на тренажере.....	156
Вопросы для самоконтроля.....	168
Глава 8. Способы вывода самолётов на наземные цели.....	170
§ 8.1. Вывод самолетов на наземные цели с помощью радиолокационных станций (РЛС).....	171
§ 8.2. Вывод самолетов на наземные цели с помощью прицельно-навигационных комплексов (ПРНК).....	180
§ 8.3. Вывод самолетов на наземные цели визуально по курсу и времени от контрольного ориентира (КО).....	183
Вопросы для самоконтроля.....	187
Глава 9. Наведение самолетов на наземные цели.....	188
§ 9.1. Условия наведения на наземные цели.....	189
§ 9.2. Подготовка ОБУ к наведению.....	192
§ 9.3. Методика наведения на наземные цели с экрана ИКО РЛС.....	194
§ 9.4. Порядок действий ОБУ при наведении на подвижные наземные цели.....	198

§ 9.5. Отработка практических навыков на тренажере.....	203
Вопросы для самоконтроля.....	208
Библиографический список.....	209

## УСЛОВНЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

<b>АДП</b>	– аэродромный диспетчерский пункт
<b>АН</b>	– авиационный наводчик
<b>АРК</b>	– автоматический радиокompас
<b>АРП</b>	– автоматический радиопеленгатор
<b>АСУ</b>	– автоматизированная система управления
<b>АСП</b>	– авиационное средство поражения
<b>ВВС</b>	– военно-воздушные силы
<b>ВПП</b>	– взлетно-посадочная полоса
<b>ГРП</b>	– группа руководства полетами
<b>ИКО</b>	– индикатор кругового обзора
<b>ИТН</b>	– исходная точка наведения
<b>КБП</b>	– курс боевой подготовки
<b>КДП</b>	– командно-диспетчерский пункт
<b>КП</b>	– командный пункт
<b>ЛА</b>	– летательный аппарат
<b>ОБУ</b>	– офицер боевого управления
<b>ПРНК</b>	– прицельно-навигационный комплекс
<b>ПМУ</b>	– простые метеорологические условия
<b>ПНС</b>	– прицельно-навигационная система
<b>ПН</b>	– пункт наведения
<b>ПН ИА</b>	– пункт наведения истребительной авиации
<b>ПНЦ</b>	– пункт наведения и целеуказания
<b>ПУ</b>	– пункт управления
<b>РДЗ</b>	– руководитель дальней зоне
<b>РЗП</b>	– руководитель зоны посадки
<b>РЛС</b>	– радиолокационная станция
<b>РЛЭ</b>	– руководство по летной эксплуатации
<b>РП</b>	– руководитель полетов на аэродроме
<b>РСБН</b>	– радиотехническая система ближней навигации

**РСП** – радиолокационная система посадки

**РТС** – радиотехнические средства

**РЭБ** – радиоэлектронная борьба

**РЭО** – радиоэлектронное оборудование

**СКП** – стартовый командный пункт

**СМУ** – сложные метеорологические условия

**СРЛДН** – самолет радиолокационного дозора и наведения

**ФПУ** – фактический путевой угол

**ШН** – штурман наведения

## ГЛАВА 1. НАВЕДЕНИЕ – СОСТАВНАЯ ЧАСТЬ УПРАВЛЕНИЯ

### § 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.

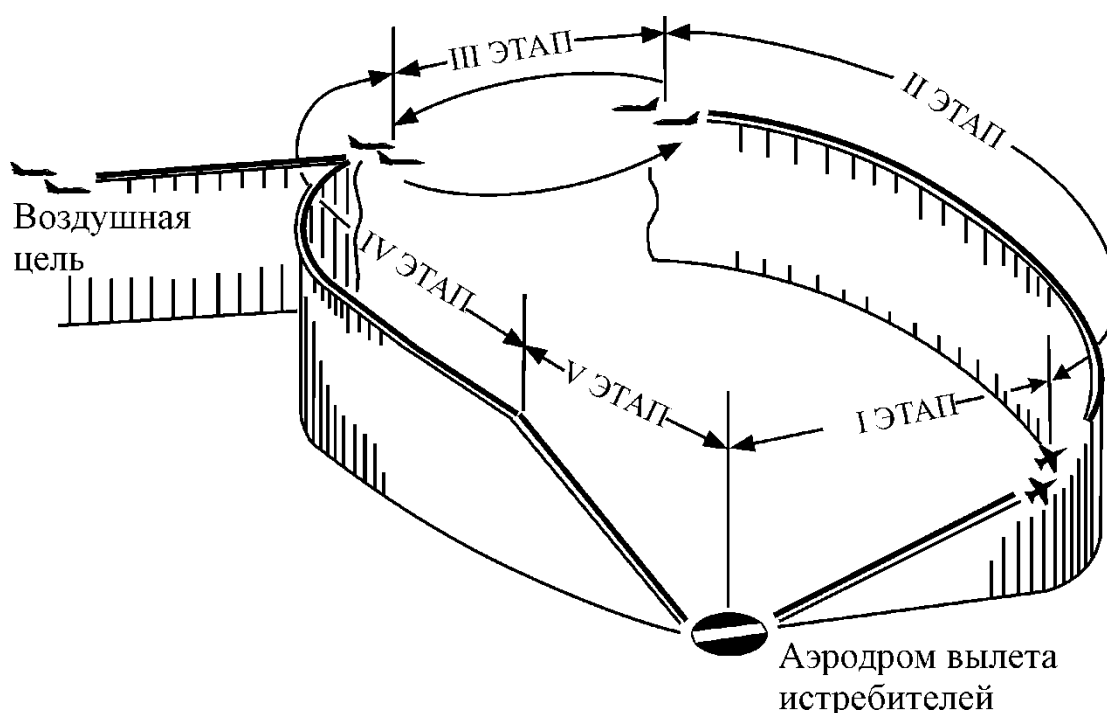


Рис. 1.1. Этапы боевого полета

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.

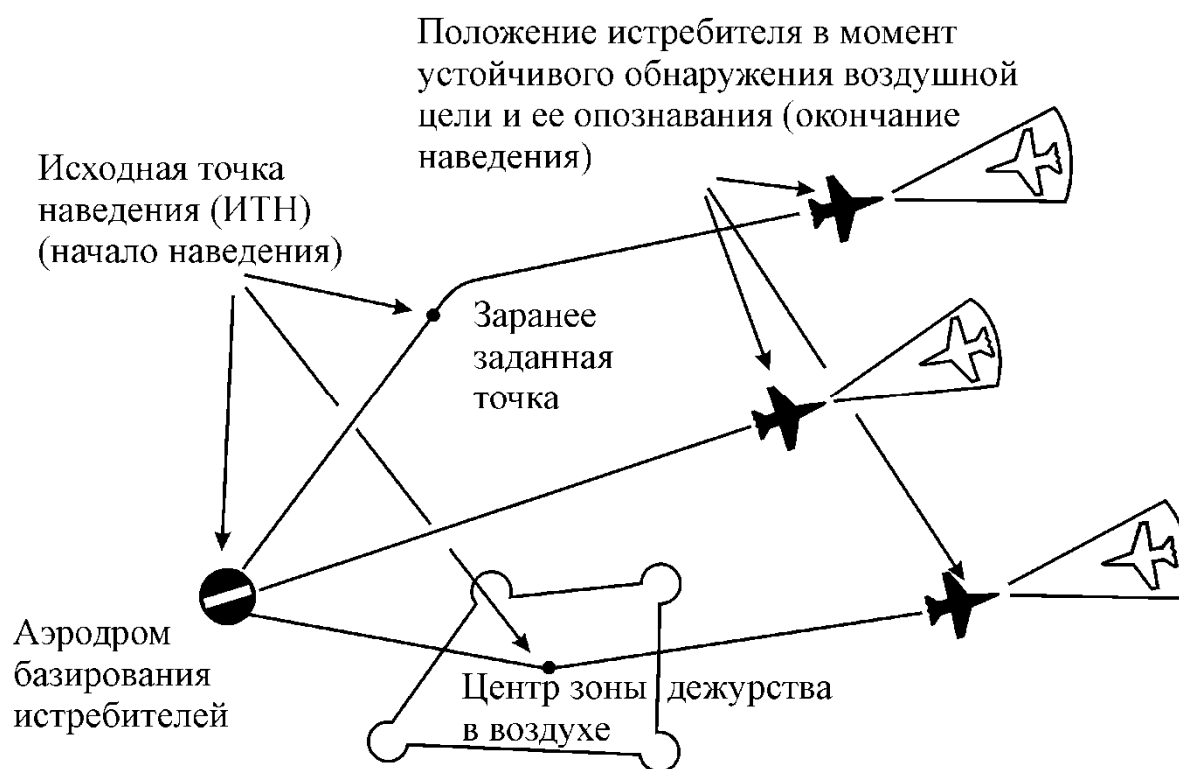


Рис. 1.2. Различные положения исходной точки наведения (ИТН)

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.

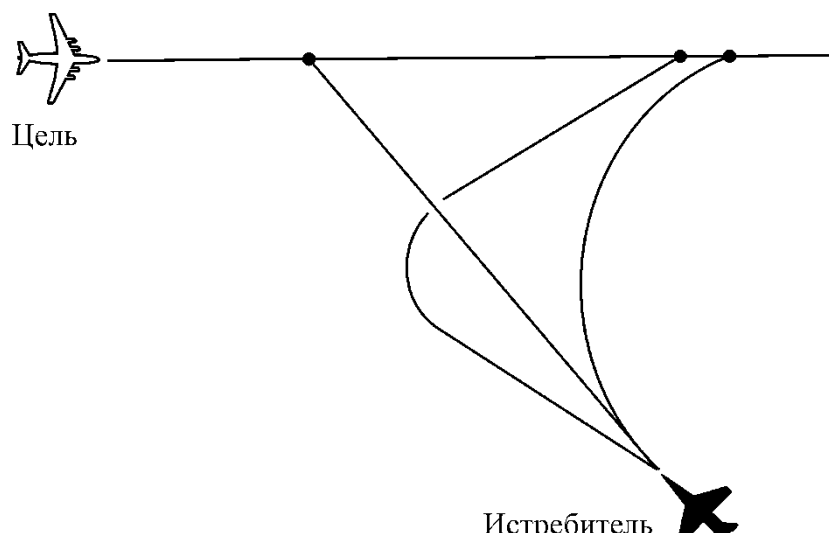


Рис. 1.3. Траектории полета истребителей на перехват воздушной цели

Основными методами наведения являются:

- а) «Параллельное сближение»;
- б) «Прямое сближение»;
- в) «Погоня»;
- г) «Трехточечный»;
- д) «Маневр».

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.



точку стояния РЛС, и направлением на ЛА. Азимут отсчитывается по ходу часовой стрелки.

**Дальность** ( $D$ ) – 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 ( $V_u, V_y$ );
- угловые скорости истребителя и воздушной цели ( $\omega_u, \omega_y$ );
- курсы полета истребителя и воздушной цели ( $K_u, K_y$ ).

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.  $V_y = const$ ;  $K_y = const$ ;  $\omega_y = 0$ .

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:

$$\frac{V_u}{V_u} = n, \quad (1.1)$$

$$\frac{V_u}{V_u} = m, \quad (1.2)$$

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

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

- исходная дальность между истребителем и целью ( $D_0$ );
- курсовые углы цели и истребителя ( $\Psi_u, \Psi_u$ );
- пеленг цели ( $\Pi_u$ ).

**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 ( $\Pi_u$ ).

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

**Курсовой угол цели** ( $\Psi_u$ ) – 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** ( $\Pi_u$ ) – это угол в горизонтальной плоскости между северным направлением истинного (магнитного, условного) меридиана, проходящего через точку местоположения истребителя, и направлением на цель.



Пеленги отсчитываются от северного направления истинного (магнитного, условного) меридиана по направлению движения часовой стрелки.

Задачу наведения наиболее удобно решать в относительной полярной системе координат, предположив, что воздушная цель и истребитель находятся на одной и той же высоте, т.е. сближение происходит в горизонтальной плоскости.

В этой системе относительные перемещения истребителя и цели характеризуются изменением по времени величин  $\Psi_u$ ,  $\Psi_y$  и  $D_0$ , т.е. их производными (рис. 1.5).

Изменение курсового угла истребителя происходит под воздействием тангенциальной составляющей относительной скорости  $V_{отн}$  и угловой скорости цели  $\omega_y$  при выполнении им разворотов:

$$\Psi'_u = \frac{V_{отн}}{D_0} - \omega_y.$$

Чтобы найти значение  $V_{отн}$ , необходимо спроецировать  $V_y$  и  $V_u$  на направление, перпендикулярное линии, соединяющей истребитель и цель (рис. 1.5):

$$V_{отн} = V_u \times \sin \Psi_y + V_y \times \sin \Psi_u.$$

тогда

$$\Psi'_u = \frac{V_u \cdot \sin \Psi_y + V_y \cdot \sin \Psi_u}{D_0} - \omega_y = \frac{V_y}{D_0} \times (\sin \Psi_u + m \times \sin \Psi_y) - \omega_y.$$

Аналогично получим

$$\Psi'_y = \frac{V_y}{D_0} \times (\sin \Psi_u + m \times \sin \Psi_y) - \omega_u.$$

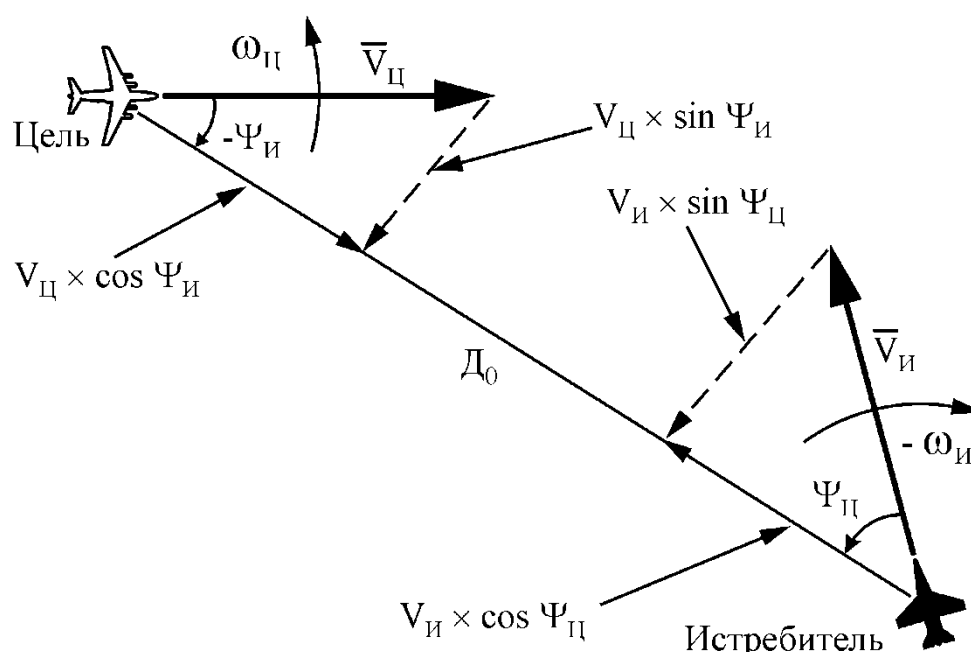


Рис. 1.5. Определение скорости относительной

Дальность между истребителем и воздушной целью изменяется с относительной скоростью сближения, равной сумме проекций скоростей на направление линии, соединяющей точки местонахождения истребителя и воздушной цели.

Так как дальность между целью и истребителем в процессе их сближения уменьшается, составляющие скорости сближения берутся с противоположными знаками

$$D' = -V_u \times \cos \Psi_u - V_y \times \cos \Psi_y = -V_y \times (\cos \Psi_u + m \times \cos \Psi_y).$$

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

$$\begin{cases} \Psi_u' = \frac{V_y}{D_0} \times (\sin \Psi_u + m + \sin \Psi_y) - \omega_y, & (1.4) \\ \Psi_y' = \frac{V_u}{D_0} \times (\sin \Psi_u + m + \sin \Psi_y) - \omega_u, & (1.5) \\ D' = -V_y \times (\cos \Psi_u + m + \cos \Psi_y). & (1.6) \end{cases}$$

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

Анализ этих уравнений показывает, что изменение взаимного положения истребителя и воздушной цели в процессе наведения любым методом определяется основными факторами:

- курсовыми углами  $\Psi_u$  и  $\Psi_c$ , которые, в свою очередь, зависят от первоначального взаимного положения истребителя и цели, и от курсов их полета  $K_u$  и  $K_c$ ;
- скоростью полета истребителя и воздушной цели  $V_u$  и  $V_c$ , а также отношением этих скоростей  $m$ ;
- угловой скоростью истребителя  $\omega_u$ , т. е. скоростью изменения его курса;
- угловой скоростью воздушной цели  $\omega_c$ , т. е. ее маневренными возможностями.

## § 1.3. Способы определения координат и параметров движения летательных аппаратов

При управлении воздушным движением, решении навигационных задач и задач наведения ОБУ должен постоянно знать координаты самолетов (вертолетов), их взаимное положение и параметры движения.

Для определения координат и параметров движения ЛА (рис. 1.6) на ИКО или на планшете ОБУ использует азимутальные линии и дистанционные кольца. На ИКО азимутальные линии формируются через  $5^\circ$ , а дистанционные кольца – через 10 км. Имеется возможность ввести дистанционные кольца через 2 км.

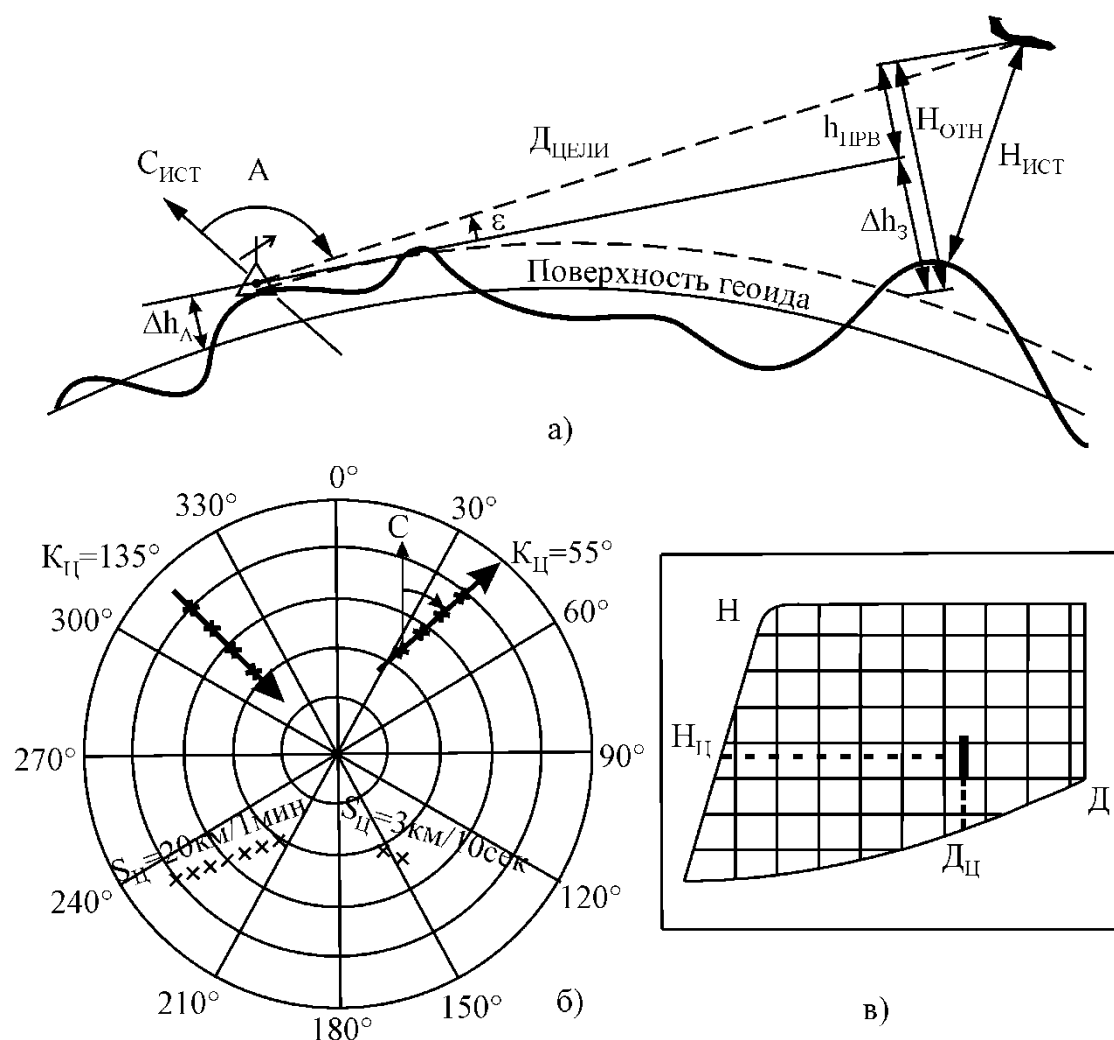


Рис. 1.6. Определение координат и параметров движения ЛА

а) измерение высоты; б) измерение на ИКО РЛС: курса; пройденного расстояния; в) вид индикатора высотомера

Сначала определяется азимут отметки ЛА (цели), а затем дальность до нее. Если отметка находится между азимутальными линиями (дистанционными кольцами), азимут (дальность) определяется на глаз путем интерполяции.

По характеру изменения координат ЛА во времени определяются параметры его движения. При решении задач управления наиболее важными параметрами движения ЛА являются:

- курс;
- воздушная скорость;
- высота полета.

На экране ИКО или на планшете можно определить направление и скорость перемещения ЛА относительно земной поверхности, т.е. фактический путевой угол (ФПУ) и путевую скорость ( $V$ ), а с помощью радиовысотомера – его относительную (от точки стояния ПРВ) высоту ( $H_{отн}$ ) с учетом кривизны земной поверхности (рис. 1.6,а).

Непосредственно на экране ИКО курс (путевой угол) и скорость полета ЛА определяются глазомерно. При отработке первоначальных навыков могут использоваться транспортир и масштабная линейка.

## Определение курса полета ЛА

Для определения курса ( $K$ ) ОБУ по нескольким отметкам цели проводит стеклографом или намечает глазомерно линию пути цели (ЛПЦ). Через любую точку ЛПЦ параллельно нулевой азимутальной линии ОБУ мысленно проводит меридиан и от его северного направления, глазомерно (с использованием азимутальных линий) отсчитывает угол до ЛПЦ.

Глазомерно курс можно определить также с помощью линейки, проведя линию, параллельную ЛПЦ, через центр развертки ИКО. Отсчет выполняется по соответствующей азимутальной линии.

## Определение скорости полета ЛА

а) Для определения скорости полета ЛА с помощью дистанционных колец определяется расстояние, проходимое его отметкой за определенное время.

У основных типов современных РЛС скорость вращения антенн (развертки ИКО) может изменяться и обычно равна: 3, 6, 12 или 18 об./мин. Соответственно время одного оборота оставляет: 20, 10, 5, 3,3 с. Следовательно, для определения скорости ЛА достаточно измерить расстояние ( $S$ ), проходимое его отметкой на ИКО за один оборот антенны (развертки).

Значения скоростей для различных расстояний ( $S$ ) и числа оборотов антенны РЛС ( $n$ ) в минуту представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Зависимость скорости ЛА от расстояния ( $S$ ),  
проходимого его отметкой на ИКО РЛС за один оборот антенны РЛС**

Расстояние ( $S$ ), проходимое отметкой ЛА на ИКО РЛС за один оборот антенны, км	Скорость вращения антенны РЛС ( $n$ ), об./мин			
	3	6	12	18
1	180	360	720	1080
2	360	720	1440	2160
3	540	1080	2160	3240
4	720	1440	2880	–
5	900	1800	3600	–

ОБУ достаточно запомнить несколько значений  $S$  и соответствующих им скоростей полета при скорости вращения антенны 6 об./мин.

При других скоростях вращения антенны полученный результат следует увеличить в  $n/6$  раз.

б) Скорость ЛА можно определить по расстоянию, проходимому его отметкой на экране ИКО РЛС за определённое число оборотов антенны РЛС, т.е. за определённое, наиболее удобное время, приведенное в табл. 2.

Таблица 2

**Определение скорости ЛА на ИКО РЛС по расстоянию ( $S$ ),  
проходимому его отметкой за наиболее удобный отрезок времени**

S, проходимое отметкой ЛА на ИКО РЛС (за один обо- рот антенны), км (за 10 с)	0,28	0,55	0,83	1,1	1,38	1,66	2,5	3,33	4,16	5	5,83	6,66
S, проходимое отметкой ЛА на ИКО РЛС, км (за 20 с)	0,55	1,11	1,66	2,22	2,77	3,33	5	6,66	8,33	10	11,6	13,3

Окончание табл. 2

S, проходимое отметкой ЛА на ИКО РЛС, км (за 30 с)	0,83	1,66	2,5	3,33	4,16	5	7,5	10	12,5	15	17,5	20
S, проходимое отметкой ЛА на ИКО РЛС (за 1 мин), V, км/мин	1,66	3,33	5	6,66	8,3	10	15	20	25	30	35	40
V, км/ч	100	200	300	400	500	600	900	1200	1500	1800	2100	2400

Зная скорость вращения антенны РЛС в минуту, определив время выполнения 1 оборота развёртки ИКО РЛС (антенны РЛС), достаточно измерить расстояние, проходимое отметкой на ИКО за 1 или несколько оборотов антенны РЛС (рис. 1.6).

Для определения скорости ЛА ОБУ необходимо запомнить значения различных скоростей полета, соответствующих различным, наиболее удобным промежуткам времени.

Удобно пользоваться табл. 2 и иметь её на рабочем месте.

**в)** Скорость ЛА можно определить по расстоянию, проходимому его отметкой за количество оборотов  $m$ , равное скорости вращения антенны  $n$ , т.е. за 1 мин. Для получения скорости ЛА в км/ч измеренное расстояние следует умножить на 60:

$$V (\text{км/ч}) = (\text{км /мин}) \times 60.$$

Для определения скорости за любой промежуток времени, наиболее удобный для ОБУ, в конкретных условиях, необходимо пользоваться коэффициентом  $K$

$$K = \frac{n}{t} \cdot 60. \quad (1.7)$$

При этом ОБУ отсчитывает расстояние, пройденное отметкой за определенное количество оборотов, и умножает его на коэффициент  $K$ .

Коэффициент  $K$  заранее рассчитан и сведен в табл. 3.

Таблица 3

**Значение коэффициентов  $K$  при определении скорости полетов  
воздушной цели на ИКО**

Количество оборотов антенны РЛС ( $n$ ) за время наблюдения	Скорость вращения антенны РЛС, об/мин. ( $m$ )			
	3	6	12	18
	Коэффициент $K$			
1	180	360	720	1080
2	90	180	360	540
3	60	120	240	360
4	45	90	180	270
6	30	60	120	180

Например, если скорость вращения антенны РЛС 6 об./мин, а расстояние измерено за 4 оборота (40 с), его необходимо умножить на  $K = 90$ .

Для выработки первоначальных навыков по точному отсчету курса полета и пройденного расстояния можно использовать круглый транспортир и масштабную линейку. На линейку целесообразно нанести значения коэффициентов  $K$ .

Рассмотрим пример определения скорости полета ЛА на ИКО при скорости вращения антенны РЛС  $n = 12$  об/мин.

### **Пример**

За один оборот антенны отметка ЛА переместилась на ИКО на  $S = 2$  км, за 12 оборотов – на  $S = 27$  км, за 4 оборота – на  $S = 9$  км.

Определить скорость полета ЛА.



### Решение

*1 вариант.* Помня, что при  $n = 6$  об./мин и  $S = 2$  км, скорость  $V' = 720$  км/ч, (табл. 1), определяем скорость при  $n = 12$  об/мин:

$$V = V' \times n/6 = 720 \times 12/6 = 1440 \text{ км/ч.}$$

*2 вариант.* За 12 оборотов ( $n = m$ ) отметка прошла 27 км, следовательно,

$$V = 27 \text{ км/мин} = 27 \times 60 = 1620 \text{ км/ч.}$$

*3 вариант.* Рассчитываем коэффициент  $K$ :

$$K = n/m \times 60 = 12/4 \times 60 = 180.$$

и определяем скорость:

$$V = S \times K = 9 \times 180 = 1620 \text{ км/ч.}$$

Ошибки в измерении пройденного расстояния  $S$  дают тем большие ошибки в скорости ЛА, чем меньший промежуток времени (число оборотов развертки) взят для измерения. Так, первый вариант дал бы тот же результат, что второй и третий, если бы  $S = 2,25$  км не округлялось до 2 км.

## Ошибки в определении координат

Точность измерения азимута и угла места ЛА зависит от ошибки ориентирования, погрешностей передачи азимута (угла места) антенны на индикатор, формирования масштаба азимута, ошибки совмещения маркера с отметкой цели (инструментальная ошибка), а также перемещения цели по азимуту за время формирования и съема информации (динамическая ошибка).

У современных РЛС среднеквадратические радиальные ошибки определения координат в зависимости от дальности до ЛА и типа РЛС могут составлять от 0,8 до 2,7 км.

В связи с тем, что координаты метки ЛА на большинстве индикаторов отсчитываются на защитном стекле, удаленном от поверхности электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) на 10-15 мм, возникают ошибки из-за несоответствия

профиля поверхности защитного стекла кривизне экрана ЭЛТ и рефракции защитного стекла.

Кроме того, даже небольшие изменения в расположении головы ОБУ изменяют параллакс и приводят к смещению положения отметки ЛА на защитном стекле по отношению к ее положению на экране ЭЛТ.

Анализ формул и практического опыта работы операторов РЛС (ОБУ) позволяет выработать следующие рекомендации по повышению точности определения координат на индикаторах РЛС:

- 1) при считывании координат необходимо использовать масштаб, обеспечивающий лучшую разрешающую способность по дальности;
- 2) требовать от операторов выбора оптимального усиления приемника РЛС;
- 3) регулированием фокусировки добиваться минимально возможной толщины линии развертки индикаторов;
- 4) постоянно совершенствовать навыки в считывании координат за минимальное время;
- 5) при работе на ИКО контролировать положение головы по заранее нанесенной на защитное стекло контрольной отметке центра развертки.

На планшет координаты ЛА поступают от операторов РЛС и наносятся планшетистами вручную. В связи с этим точность определения координат на планшете будет ниже, чем на ИКО, из-за возникновения дополнительных ошибок при передаче координат оператором планшетисту и нанесении планшетистом отметки цели на планшет.

В настоящее время планшетисты используются в основном для оценки общей воздушной обстановки, контроля и документирования.

Задачи наведения и управления ОБУ решает с использованием ИКО и других средств отображения автоматизированных систем управления (АСУ).

Важное значение в работе ОБУ имеет умение оценивать, с какой ошибкой он определил скорость на ИКО или на планшете и как эта ошибка повлияет на решение задач управления.

## Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается наведение на воздушные цели?
2. Какие этапы включает в себя боевой полет?
3. Какие этапы включает в себя воздушный бой?
4. Какие технические средства используются при наведении истребителей на воздушные цели?
5. Какие параметры необходимо оценить, определить и рассчитать при решении задачи наведения?
6. Какие параметры характеризуют движение истребителя и воздушной цели?
7. Какие параметры характеризуют взаимное положение истребителя и воздушной цели?
8. Каков порядок определения курса полета летательного аппарата?
9. Каков порядок и способы определения скорости полета летательного аппарата?
10. Из каких параметров складываются ошибки в определении координат?

## **ГЛАВА 2. ПОДГОТОВКА ОФИЦЕРА БОЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ НАВЕДЕНИЯ НА ВОЗДУШНЫЕ ЦЕЛИ**

### **§ 2.1. Сущность глазомерного наведения.**

#### **Рабочее место ОБУ и подготовка его к работе**

**Наведение** – целенаправленные действия ОБУ по управлению экипажем самолета при выводе его в тактически выгодное положение относительно цели, обеспечивающие её обнаружение, опознавание и последующее выполнение атаки.

**Глазомерное наведение** – это такое наведение, при котором задача наведения решается умозрительно, с использованием штурманских принадлежностей, по данным радиолокационной информации, а команды на борт истребителя передаются голосом, с использованием средств радиосвязи. Непосредственные штурманские расчеты (НШР) выполняются в процессе наведения.

Наведение осуществляется ОБУ КП (ПУ) в соответствии с решением командира на основании информации, поступающей от своих РЛС, удаленных радиолокационных постов (РЛП), самолетов РЛДН или других источников.

Наведение начинается с момента подачи первой команды на перехват (вывод на наземную цель) и заканчивается после вывода экипажа в тактически выгодное положение относительно цели и устойчивого ее обнаружения бортовой прицельной системой или визуально.

Наведение считается состоявшимся, если положение, в которое выведены истребители, обеспечивает их сближение с целью и выполнение атаки.

При современных скоростях и высотах полета современный вывод истребителей в заданное положение относительно цели возможен только при учете всех факторов, влияющих на процесс перехвата, а также при четком взаимодействии летчика и ОБУ, осуществляющего наведение. Поэтому ОБУ должны твердо знать методику наведения и иметь устойчивые практические навыки в управлении экипажами истребителей.

Оборудование командного пункта (КП) и расположение рабочих мест боевого расчета должны обеспечивать непрерывное и надежное управление частями, подразделениями и экипажами.

Рабочие места ОБУ размещаются в комнате индикаторных устройств или в зале боевого управления. Основным элементом оборудования рабочего места ОБУ является устройство отображения воздушной и наземной обстановки – индикатор кругового обзора (ИКО).

Рабочее место ОБУ комплектуется в соответствии с предназначением.

На рабочем месте ОБУ размещаются:

- выносной ИКО РЛС сантиметрового диапазона;
- выносной ИКО РЛС метрового диапазона;
- аппаратура системы государственного опознавания;
- выносной индикатор радиолокационного высотомера;
- выносные пульта управления радиостанциями;
- аппаратура телефонной и громкоговорящей связи;
- комплект штурманского снаряжения (штурманские инструменты и принадлежности);
- справочные данные и ЭВМ.

Справочные данные размещаются таким образом, чтобы в процессе работы за ИКО ОБУ мог ими воспользоваться.

С рабочего места ОБУ должно обеспечиваться управление режимами работы систем государственного опознавания, активного ответа и, по возможности, управление режимом работы аппаратуры фотодокументирования.

В случаях, когда установка выносных индикаторов невозможна, а условия выполнения задач управления требуют их применения, рабочие места соответствующих должностных лиц расчетов ПУ оборудуются непосредственно в кабинах РЛС и на объектах АСУ.

На экранах ИКО всегда должны быть нанесены:

- положение государственной границы и приграничной полосы (линии фронта), коридоры ее пролета;
- запретные зоны, ограничительные пеленги;

- маршруты полетов, воздушные трассы и местные воздушные линии;
- зоны отработки техники пилотирования.

Кроме этого, при ведении боевых действий и выполнении боевых задач на ИКО наносятся:

- зоны дежурства в воздухе, зоны действия зенитно-ракетных частей (ЗРЧ);
- рубежи подъема, ввода истребителей в бой, приема и передачи управления, вывода из боя по остатку топлива;
- другие необходимые элементы тактической и навигационной обстановки.

При подготовке рабочего места ОБУ к работе производится:

- проверка настройки ИКО («яркость» и «фокус») и работоспособности РЛС;
- установка необходимого масштаба развертки ИКО;
- нанесение необходимых справочных данных на ИКО РЛС;
- проверка работоспособности связи;
- подготовка штурманского снаряжения и справочных данных (ОБУ при себе должен иметь: стеклограф, масштабную линейку и палетки).

Выполнив подготовку всего оборудования, установленного на рабочем месте, ОБУ докладывает РДЗ о готовности к работе.

Рабочее место РДЗ оборудовано аналогично рабочему месту ОБУ. Дополнительно рядом с ним размещается стол-планшет.

Стол-планшет предназначен для:

- выполнения предварительных штурманских расчетов (ПШР);
- документирования результатов работы расчетов КП, РЛС и летного состава;
- использования наносимой информации, в случае отказа на КП выносных радиотехнических средств управления, для определения места положения самолетов (вертолетов), оценки воздушной обстановки и создания условий для выхода экипажей на аэродром посадки.

На карту стола-планшета (масштаб – 1 : 500 000) наносятся:

- линия государственной границы и граница нейтральных вод РФ, 25-километровая приграничная полоса, границы сопредельных государств и 100-километровая полоса над водами открытого моря;
- аэродромная сеть в районе базирования авиационного соединения (части);

- полярная система координат с центром в точке стояния радиолокационных средств своего аэродрома (ПУ); наносятся масштабными линиями азимута через  $5^\circ$  и дальности через 10 км, с выделением линий по азимуту через  $30^\circ$ , дальности через 50 км, окружности радиусом 15-20 км вокруг каждого аэродрома соединения с отметками азимута через  $10^\circ$  – для определения местоположения самолета;
- рубежи приема (передачи) управления на взаимодействующие пункты управления, зоны дежурства самолетов РЛДН;
- зоны видимости своих РЛ средств на высотах: 500, 1000, 3000 и 10000 м;
- линия посадочного курса с контрольными точками по высоте для захода на посадку самолетов с рубежа и по системе;
- воздушные трассы и местные воздушные линии, с указанием высот полета и участков их пересечения;
- естественные и искусственные препятствия с превышением относительно аэродрома 100 м и выше (для обеспечения безопасности полетов на малых высотах);
- маршруты полетов, в том числе полетов по приборам, зоны пилотирования, сброса подвесных топливных баков и боекомплекта, зоны дозаправки самолетов в воздухе и аварийного покидания самолетов;
- полигоны.

## **§ 2.2. Штурманские принадлежности и справочные данные, применяемые на пункте управления АП**

Штурманское снаряжение и справочные данные предназначены для сокращения времени на выполнение предварительных (ПШР) и непосредственных штурманских расчетов (НШР) при управлении экипажами самолетов. Они используются как в период подготовки к наведению (полетам), так и в процессе управления экипажами.

В качестве штурманского снаряжения на КП используются:

- навигационные линейки НЛ-10М;
- транспортиры;
- линейки масштабно-временных и пропорциональных отрезков;
- циркули штурманские;
- палетки наведения;
- другие элементы штурманского снаряжения.

Большая часть штурманского снаряжения поступает на КП централизованно, а часть изготавливается личным составом КП.

На КП авиационного полка могут использоваться следующие справочные данные (расчетные пособия):

- летно-тактические характеристики самолетов по вариантам нагрузок;
- графики (таблицы) практической дальности (радиуса) и продолжительности полета конкретного типа самолета в зависимости от профиля и режима полета;
- графики (таблицы) набора высоты и разгона конкретного типа самолета;
- таблицы (графики) возможной продолжительности дежурства групп и одиночных самолетов в воздухе;
- графики (таблицы) для расчета подъема истребителей и ввода их в бой из положения дежурства на земле и в воздухе;
- графики (таблицы) дальности радиосвязи с самолетами;



- графики (схемы) зон видимости РЛС и ПРВ;
- графики (таблицы) для определения рубежей досягаемости по топливу и рубежей вывода самолетов из боя по остатку топлива;
- графики (таблицы) минутных (секундных) расходов топлива на форсаже и гарантийных остатков топлива для посадки на основном и запасных аэродромах;
- типовые схемы профилей и режимов (программ) полета самолетов;
- таблицы (графики) безопасных дистанций пробивания облаков вверх и вниз, данных для построения боевых порядков и роспуска самолетов на посадку;
- радиосигнальные таблицы переговоров, таблицы естественного освещения;
- табло индексов летного состава.

Кроме того, могут использоваться и другие справочные данные (расчетные и наглядные пособия), комплектация которых зависит от выполняемых задач и типов самолетов, состоящих на вооружении.

ОБУ должен отобрать и подготовить то штурманское снаряжение и справочные данные, которые будут необходимы для решения конкретных задач наведения, и удобно расположить их вблизи своего рабочего места.

Чтобы умело пользоваться штурманским снаряжением и справочными данными в процессе наведения, необходимо в ходе тренировок (раздельных и совместных) отрабатывать индивидуальный штурманский глазомер и постоянно выполнять проверку правильности производимых в уме расчетов.

## § 2.3. Правила ведения радиообмена при полёте на перехват

В процессе управления между экипажами и ПУ ведется радиообмен по установленным правилам. Радиообмен ведется ровным, спокойным голосом, разборчиво и четко. Он должен быть кратким и вестись с соблюдением правил СУВ.

Во всех случаях, при контроле полетов и управлении экипажами самолетов с ПУ, действия ОБУ и подаваемые им команды должны быть четкими, целенаправленными, не вызывающими сомнений у летного состава.

ОБУ должен быть требовательным к экипажам самолетов в выполнении его команд.

Радиообмен с экипажами должен соответствовать перечню типовых команд, приведенному в КБП рода авиации, а дополнительная информация должна быть краткой и понятной.

Деятельность летчика при наведении подразделяется на ряд подзадач и, в значительной мере, строится от команды к команде. В этих условиях возрастает значение рационального построения и содержания каждой команды. Количество запросов и команд должно быть минимальным.

Следует исключить посторонние переговоры, а правила ведения радиообмена соблюдать неукоснительно.

Рациональное построение команд, подаваемых ОБУ, упрощает работу летчика, уменьшает дефицит времени в полете.

Введение слов, не содержащих необходимой информации, засоряет радиообмен, приводит к бесполезному увеличению объема информации, усложняет анализ и оценку обстановки.

В процессе глазомерного наведения ОБУ подает летчику команды наведения, выдает целеуказания и информацию.

**Команда** – распоряжение с указанием конкретных действий, подлежащих немедленному выполнению.

Например: «120-й, разворот влево, крен 45, курс 90».

**Целеуказание** – передача данных о местоположении цели, задача на уничтожение которой поставлена относительно истребителя.

Например: «120-й, цель справа под 10, дальность 30, выше 1000».

**Информация** – передача сведений о воздушной обстановке, главным образом, о действиях противника, на основании которых летчик может принять решение на последующие действия. Например: «120-й, слева на траверзе посторонний, дальность 5 м, высота 8000 м, с курсом 180».

При выполнении глазомерных наведений ОБУ вступает в радиосвязь с летчиком в среднем четыре раза в минуту. В ответственные моменты наведения интенсивность радиообмена значительно возрастает.

Кроме того, на завершающем этапе наведения к летчику непрерывно поступают звуковые сигналы от головок самонаводящихся ракет, и их восприятие происходит на фоне шумов радиопомех переговоров.

Радиообмен должен вестись в следующем порядке:

1. До передачи команд и докладов необходимо прослушать эфир, продумать команду и убедиться в том, что другие экипажи не работают на передачу.
2. При возникновении особого случая в полете все экипажи, не ожидая указания ПУ, должны до минимума сократить или прекратить работу на передачу, обеспечив непрерывный радиообмен ПУ с экипажами, нуждающимися в помощи.
3. При устойчивой радиосвязи, гарантирующей точный прием команды, подтверждение получения команды передается словом «ПОНЯЛ» без повторного содержания команды.

Исключение должно составлять подтверждение на изменение эшелона полета с указанием его нового значения. Например: «121-й понял, 3600» и т.п.

В случаях, когда есть сомнения в правильности принятия команды, подтверждение приема команды дается ее повторением.

4. На каналах дивизионного, полкового управления и пеленгации экипажам самолетов и ПУ рекомендуется пользоваться последними тремя цифрами полного пятизначного индекса.

На каналах взаимодействия и других общих каналах необходимо пользоваться полными пятизначными индексами.

5. При работе на канале своей части разрешается работать без позывных ПУ. Например: «121-й на первом, 1200» и т.п.

Позывной ПУ экипаж обязательно употребляет только в случаях одновременного управления экипажами различных частей и соединений (с разных ПУ).

6. При выполнении групповых полетов радиосвязь ведет ведущий группы, а ведомые работают на прием, кроме случаев, требующих доклада ведущему или ПУ (разрешение для взлета парой (группой) запрашивает ведущий (командир) группы).

При взлете групп одиночными самолетами ведомые экипажи разрешение на взлет не запрашивают, а взлетают по истечении установленного временного интервала взлета по команде РП.

После роспуска группы каждый экипаж ведет радиообмен самостоятельно.

7. Для сокращения радиообмена единицы измерения значений курса, скорости, высоты, крена, остатка топлива не передаются.

Например: «110-й, курс 340, скорость 900», «110-й, высота 2000» и т.п.

8. В разрешающих командах после индекса следует исполнительная или информационная часть, а затем разрешение.

Например: «110-й, дальность 6, работу разрешаю».

В исполнительных командах должна соблюдаться определенная последовательность, уменьшающая нагрузку на память летчика.

Например: 2110-й, разворот влево, крен 30, курс 160».

В запрещающих командах после индекса следует запрещающая часть, а далее необходимые действия.

Например: «110-й, атаку запрещаю, выключить форсаж».

Следует избегать односложных слов, отрицательной частицы НЕ, а также слов с шипящими и глухими согласными, по возможности, заменять их синонимами. Например: *вместо* «Висла, 110-й, не понял», *надо передать* «Висла, 110-й, повторите».

Авиационные понятия, состоящие из двух слов, следует сокращать до одного слова, несущего основную смысловую нагрузку. Например: «110-й, остаток топлива ...», *следует передать*: «110-й, остаток...».

Порядок ведения и содержание радиообмена при ведении воздушных боев приводится в КБП каждого рода авиации.

**Содержание радиообмена при наведении в ЗПС цели,  
летящей на средних и больших высотах**

1. При запуске:

л-к: «Ладога, 401-й, запуск»

ОБУ: «401-й, запускайте, курс 310, высота 6000»

л-к: «401-й, запускаю»

2. При приеме управления:

РБЗ по ГГС: «КП, азимут 300, дальность 70, высота 2800, 401-й»

ОБУ по ГГС: «401-го наблюдаю, переводите на 6-й»

РБЗ: «401-й, режим УВД, переход на 6-й»

л-к: «401-й понял, 6-й»

3. На канале наведения:

л-к: «Ладога, 401-й на 6-м, с курсом 310, 3000, в наборе до 6000, остаток 14, к работе готов»

ОБУ: «401-й, Ладога, вправо (влево), курс 90, высота 6, скорость 900, 2 мин»

л-к: «401-й понял»

4. После выполнения маневра:

л-к: «401-й, курс 90, высота 6, скорость 900»

ОБУ: «401-го понял»

5. При выходе в точку начала разворота (ТНР):

ОБУ: «401-му, разворот влево (вправо), крен 30 до курса 270, работа в ЗПС, цель на 4-х»

л-к: «401-й понял»

6. После выхода на дальность обнаружения цели:

ОБУ: «401-му, излучение, режим «Догон», цель по курсу, слева (справа) под 10, дальность 20, ниже 2»

л-к: «401-й понял, 6000 горизонт»

ОБУ: «401-й, цель по курсу слева (справа) 10, дальность 18, ниже (выше) 2»

л-к: «401-й, 6000 горизонт»

7. После обнаружения цели летчиком на экране БРЛС или ТП:

л-к: «401-й, цель наблюдаю, отвечает (не отвечает)»

ОБУ: «401-й, цель Ваша, удаление 16, работу разрешаю»

л-к: «401-й понял, 6000 горизонт»

8. После захвата цели БРЛС или ТП:

л-к: «401-й, цель в захвате, 6000 горизонт»

ОБУ: «401-й, дальность 14, после работы выход влево (вправо)»

л-к: «401-й понял»

ОБУ: «401-й, цель по курсу (слева (справа)), дальность 12, ниже (выше) 2»

л-к: «401-й понял, 6000 горизонт»

9. При выходе на дальность пуска ракет:

л-к: «401-й, пуск произвел, выхожу влево (вправо), остаток 8»

ОБУ: «401-й, выход влево (вправо), курс 150, высота 4500, 3 мин»

л-к: «401-й понял, работу закончил»

10. На рубеже передачи управления:

ОБУ по ГГС: «РБЗ, азимут 300, дальность 70, 401-й»

РДЗ по ГГС: «КП, 401-го наблюдаю, переводите»

ОБУ: «401-й, удаление 65, переход на стартовый (7-й)»

л-к: «401-й понял»

## **Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое глазомерное наведение?
2. С какого момента начинается наведение?
3. Что размещается на рабочем месте ОБУ?
4. Какая информация всегда должна быть нанесена на экранах ИКО и какая наносится при ведении боевых действий и выполнении боевых задач?
5. Какие действия производятся при подготовке рабочего места ОБУ к работе?
6. Для чего предназначен стол-планшет и какая информация наносится на карту стола-планшета?
7. Какие справочные данные (расчетные пособия) используются на КП авиационного полка?
8. Что используется в качестве штурманского снаряжения на КП?
9. Назовите справочные данные (расчетные пособия), используемые на КП авиационного полка.
10. Назовите правила ведения радиообмена при полёте на перехват.
12. В чем отличие между разрешающими, исполнительными и запрещающими командами?
11. Приведите порядок ведения радиообмена.

### **ГЛАВА 3. МЕТОД НАВЕДЕНИЯ «ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СБЛИЖЕНИЕ»**

Метод наведения «Параллельное сближение», как и метод «Прямого и упрежденного сближения» относится к методам прямого наведения.

Методы прямого наведения – это такие методы, при которых траектории полета истребителей представляют собой прямые линии и позволяют вывести их в произвольное положение относительно цели, т.е. условие о выводе истребителя на цель с заданного направления не ставится.

Выбор того или иного метода наведения зависит от тактической обстановки и характеристик систем вооружения истребителей.

Для правильного выбора метода наведения, позволяющего выполнить боевую задачу по уничтожению воздушного противника, необходимо иметь четкое представление о сущности, достоинствах и недостатках каждого из методов.



### § 3.1. Сущность метода наведения «Параллельное сближение»

Сближение истребителя и воздушной цели всеми методами прямого наведения рассматривается при соблюдении следующих условий:

- воздушная цель не маневрирует, т.е. движется прямолинейно и равномерно:  $V_u = const; K_u = const; \omega_u = 0$ ;

- истребитель движется с какой-либо точки пространства в конечную точку, которая определяется сущностью метода наведения, прямолинейно и равномерно:  $V_u = const; K_u = const; \omega_u = 0$ ;

- сближение истребителя и воздушной цели происходит в одной горизонтальной плоскости;

- движение истребителя и цели рассматривается с учетом сведения баланса времени, т.е. время полета цели до конечной точки равно времени полета истребителя до конечной точки:  $t_u = t_u$ .

Наведение методом «Параллельное сближение» заключается в том, что истребителю задается курс в мгновенную точку встречи с целью (рис. 3.1).

Движение истребителя и воздушной цели происходит по сторонам треугольника, третью сторону которого образует линия пеленга цели. В дальнейшем этот треугольник будем называть треугольником наведения.

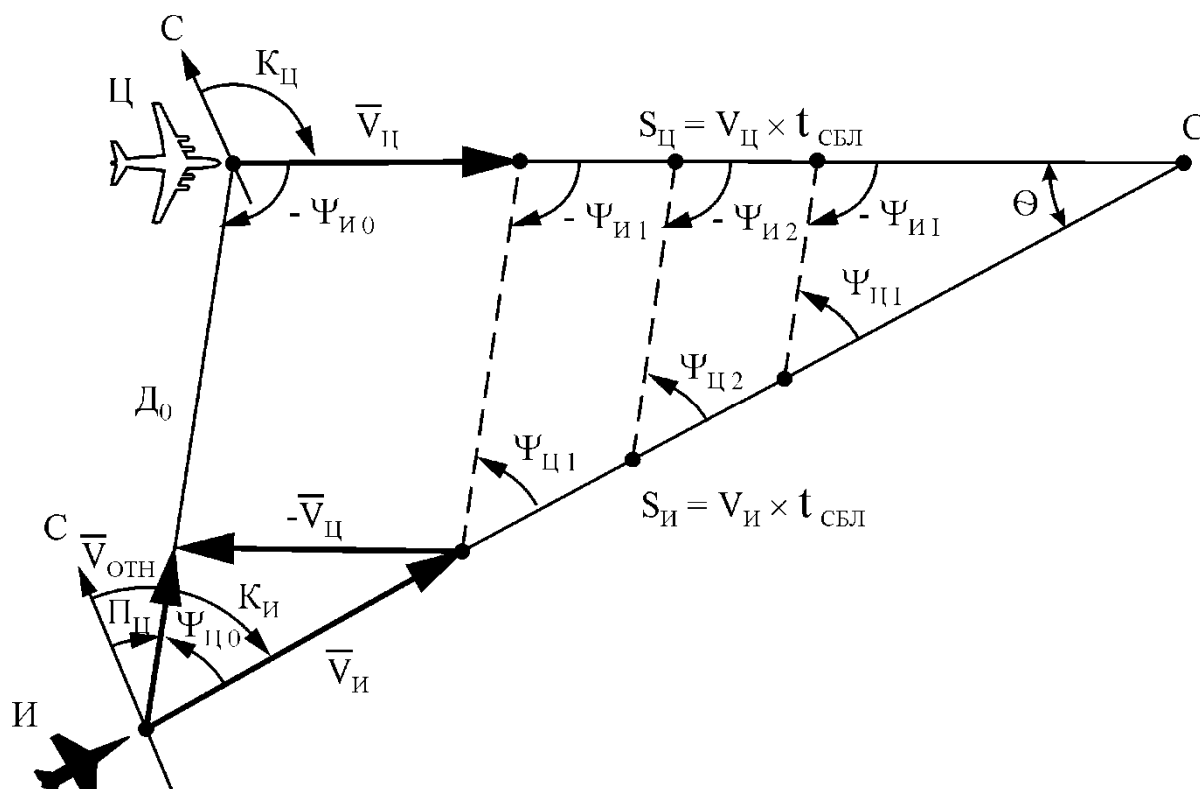


Рис. 3.1. Метод наведения «Параллельное сближение»

Встреча истребителя и воздушной цели произойдет в том случае, если вектор относительной скорости сближения ( $V_{отн}$ ) будет направлен на воздушную цель, а курсовые углы цели и истребителя ( $\Psi_{ц}$ ,  $\Psi_{и}$ ) в процессе сближения будут оставаться постоянными.

В этом случае линия пеленга цели (линия исходной дальности –  $D$ ) будет перемещаться параллельно самой себе, отсюда и название метода – «Параллельное сближение».

Сущность метода заключается в том, что вектор скорости истребителя направлен в точку встречи с воздушной целью так, чтобы вектор относительной скорости сближения был направлен по линии истребитель-цель и перемещался в пространстве параллельно самому себе.

В зависимости от первоначального положения истребителя относительно воздушной цели треугольник наведения (ЦСИ) может быть:

- прямоугольным;
- остроугольным;
- тупоугольным.

При этом истребитель может быть выведен к цели под любым углом встречи ( $\Theta$ ), т.е. в переднюю или заднюю полусферу для атаки (рис. 3.2).

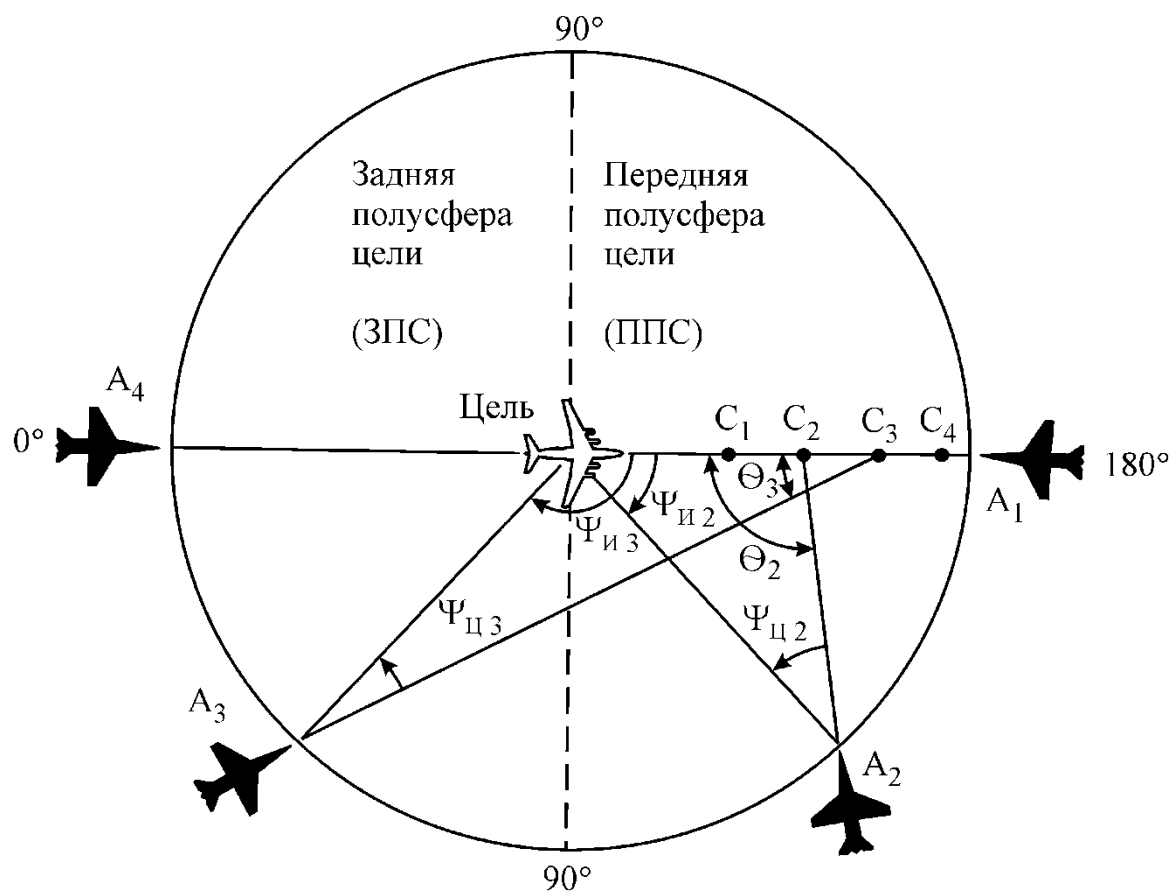


Рис. 3.2. Возможные углы (ракурсы) встречи истребителя с целью

## § 3.2. Способы решения задачи наведения

Для метода «Параллельное сближение» задачу наведения можно решить следующими способами:

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

Все перечисленные способы, кроме аналитического, позволяют решить задачу с меньшей затратой времени и достаточной степенью точности вывода истребителя в точку встречи с воздушной целью.

Для ОБУ решение задачи наведения любым способом состоит, главным образом, в определении курса и времени полета истребителя до точки встречи с воздушной целью ( $C$ ) и положения этой точки.

### Аналитическое решение задачи наведения

Сущность способа заключается в определении путем математических вычислений искомых величин:

- курса истребителя ( $K_u$ ) в точку встречи;
- точки встречи истребителя с целью ( $C$ ), ее азимут и дальность ( $Aз, Д$ );
- времени полета истребителя ( $t_u$ ) до точки встречи.

Исходными данными для решения задачи наведения аналитическим способом являются:

- скорость цели ( $V_u$ );
- исходная дальность между истребителем и целью ( $D_0$ );
- курсовой угол истребителя ( $\Psi_u$ );
- пеленг цели ( $P_u$ );
- скорость истребителя ( $V_u$ ).

Все эти данные, кроме скорости истребителя, ОБУ может определить на экране ИКО. Скорость истребителя ОБУ задает в зависимости от параметров полета цели и исходного положения цели и истребителя.

### а) Определение курса полета истребителя

Курс полета истребителя определим, воспользовавшись рис. 3.1:

$$K_u = \Pi_u + \Psi_u. \quad (3.1)$$

Зная скорости движения истребителя и воздушной цели, а также значение курсового угла истребителя, определим курсовой угол цели. Из треугольника ЦСИ (рис. 3.1) по теореме синусов имеем:

$$\frac{\sin(-\Psi_u)}{V_u \cdot t_u} = \frac{\sin \Psi_u}{V_u \cdot t_u},$$

откуда

$$\sin \Psi_u = \frac{-\sin \Psi_u \cdot V_u \cdot t_u}{V_u \cdot t_u},$$

т.к.  $t_u = t_u$  по условию.

Окончательно получим

$$\sin \Psi_u = -n \times \sin \Psi_u, \quad (3.2)$$

где  $n = \frac{V_u}{V_u}$ .

Величину курсового угла воздушной цели для расчета курса полета истребителя можно определить на навигационной линейке НЛ-10М по ключу, который показан на рис. 3.3. При этом следует иметь в виду, что углы  $\Psi_u$  и  $\Psi_u$  имеют разные знаки.

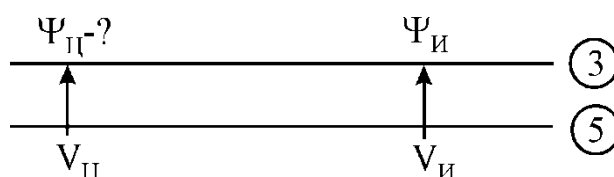


Рис. 3.3. Определение на НЛ-10М величины курсового угла ВЦ

Знак величины курсового угла воздушной цели указывает на сторону наведения истребителя. При наведении истребителя слева от воздушной цели курсовой угол цели отрицательный, справа – положительный.

### **Пример 1**

Скорость полета воздушной цели  $V_u = 760$  км/ч,

Скорость полета истребителя  $V_u = 950$  км/ч,

Курсовой угол истребителя  $\Psi_u = -30^\circ$ ,

Пеленг воздушной цели  $P_u = 60^\circ$ .

Определить курсовой угол воздушной цели ( $\Psi_u$ ) и курс истребителя ( $K_u$ ).

### **Решение**

1. Установить визирку НЛ-10М на деление 95 шкалы 5.
2. Подвести под черту визирки деление 30 шкалы 3.
3. Передвинуть визирку на деление 76 шкалы 5.
4. Против черты визирки на шкале 3 отсчитать  $\Psi_u$  ( $\Psi_u = 24^\circ$ ).
5. По формуле (3.1) определить курс истребителя:

$$K_u = 60^\circ + 24^\circ = 84^\circ.$$

### **б) Определение положения точки встречи**

Положение точки встречи (С) удобно определить, отложив от точки местоположения воздушной цели (Ц) (рис. 3.1) в направлении ее полета длину пути цели ( $S_u$ ) до точки встречи.

Чтобы определить длину пути цели ( $S_u$ ) воспользуемся теоремой синусов. Из треугольника ЦСИ (рис. 3.1) имеем:

$$\frac{S_u}{\sin \Psi_u} = \frac{D_0}{\sin(180^\circ - (\Psi_u - \Psi_u))},$$

откуда

$$S_u = D_0 \frac{\sin \Psi_u}{\sin(\Psi_u - \Psi_u)} \quad (3.3)$$

Курсовой угол цели ( $\Psi_u$ ) определяется по формуле (3.2) или на НЛ-10М по ключу (рис. 3.3).

Длину пути, пройденного целью ( $S_u$ ) до точки встречи, можно определить с использованием НЛ-10М по ключу, который показан на рис. 3.4.

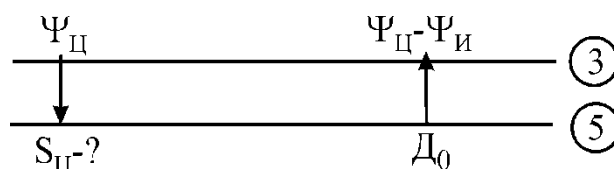


Рис. 3.4. Определение на НЛ-10М длины пути, пройденного целью до точки встречи

### Пример 2

Определить путь, пройденный целью до точки встречи, используя условия примера 1:  $\Psi_u = -30^\circ$ ,  $\Psi_u = 24^\circ$ , для исходной дальности ( $D_0$ ), равной 120 км, т.е.  $D_0 = 120$  км.

### Решение

1. Установить визирку НЛ-10М на деление 120 шкалы 5.
2. Подвести под черту визирки деление  $\Psi_u - \Psi_u = 54^\circ$ ,  
т.к.  $\Psi_u - \Psi_u = 24^\circ - (-30^\circ) = 24^\circ + 30^\circ = 54^\circ$ .
3. Передвинуть визирку на деление 24 шкалы 3.
4. Против черты визирки на шкале 5 отсчитать  $S_u$  ( $S_u = 60$  км).

### в) Определение времени полета истребителя

Зная путь цели, легко найти время полета цели и истребителя до точки встречи:  $t_u = S_u / V_u$ .

Время полета цели и истребителя до точки встречи можно определить на навигационной линейке НЛ-10М по ключу, который показан на рис. 3.5.

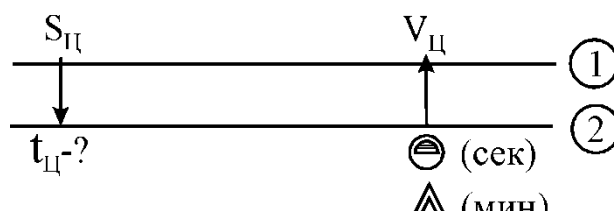


Рис. 3.5. Определение на НЛ-10М времени полета цели до точки встречи

**Пример 3**

Используя условия примеров 1 и 2, определить время полета воздушной цели или истребителя до точки встречи.

**Решение**

1. Подвести красный треугольный индекс шкалы 2 под деление 76 шкалы 1.
2. Против деления 60 отсчитать время полета  $t = 4$  мин 50 с.

Обращаясь к рис. 3.2, можно сделать вывод, что при одной и той же исходной дальности ( $D_0$ ), минимальное значение времени сближения будет при полете воздушной цели и истребителя на встречных курсах, когда  $\Psi_u = 0^\circ$ , а максимальное – при полете на попутных курсах (при догоне цели, когда  $\Psi_u = 180^\circ$ ).

**Графический способ решения задачи наведения**

Сущность графического способа решения задачи наведения заключается в геометрическом построении отрезков треугольника наведения в масштабе экрана ИКО РЛС, равным по величине модулям векторов скорости истребителя и цели.

**Общий случай – при полете истребителя на пересекающихся с целью курсах** (рис. 3.6)



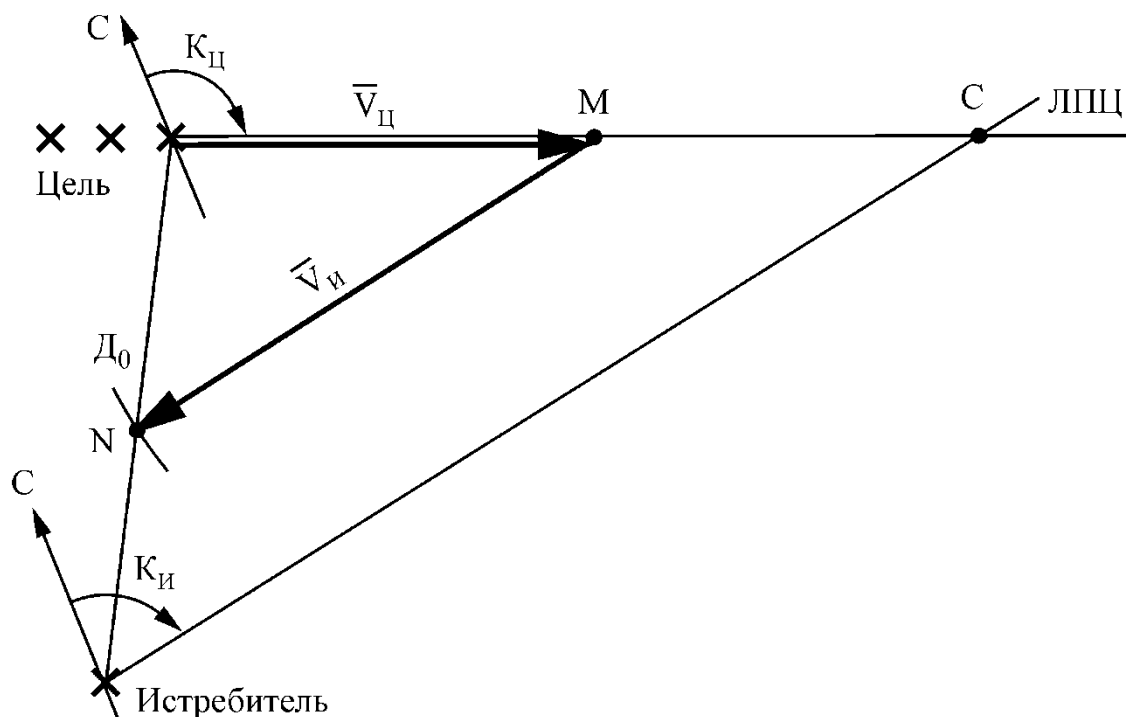


Рис. 3.6. Графический способ решения задачи наведения методом "Параллельное сближение"

### Порядок решения задачи

1. По нескольким отметкам от воздушной цели на экране ИКО определить параметры ее полета ( $K_u$ ,  $V_u$ ).
2. Соединить отметки истребителя и воздушной цели прямой линией ( $D_0$ ).
3. От точки местоположения цели в направлении ее полета отложить вектор скорости цели ( $V_u$ ) в масштабе ИКО.
4. Из конца вектора скорости цели (точки М) радиусом, равным значению вектора скорости истребителя ( $V_u$ ), в масштабе ИКО сделать засечку на линии, соединяющей отметки от цели и истребителя (точка N).
5. Соединить точки М и N прямой линией.
6. Через отметку истребителя провести линию, параллельную линии MN, до пересечения с линией пути цели. Точка пересечения С и есть точка встречи.
7. С помощью азимутально-дальномерной сетки ИКО определить курс полета истребителя ( $K_u$ ) и путь истребителя ( $S_u$ ) до точки встречи.
8. Определить время полета истребителя и цели до точки встречи (С) по формуле

$$t_u = S_u / V_u, \text{ или } t_u = S_u / V_u.$$

### Частные случаи – при полете истребителя на встречном или попутном с целью курсах

В частных случаях – при полете истребителя навстречу или вдогон воздушной цели задача графически решается так, как показано на рис. 3.7а и 3.7б.

а) при полете истребителя на встречном с целью курсе;

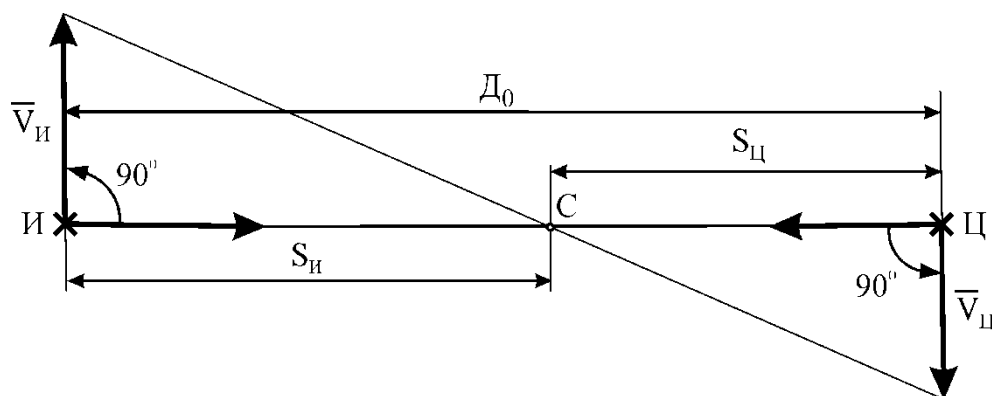


Рис. 3.7а. Графический способ решения задачи наведения методом «Параллельное сближение» при полете истребителя на встречном с целью курсе

б) при полете истребителя на попутном с целью курсе

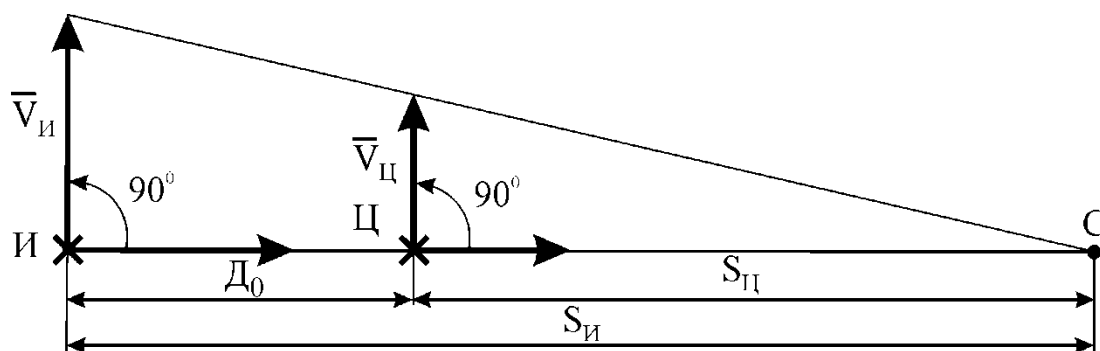


Рис. 3.7б. Графический способ решения задачи наведения методом «Параллельное сближение» при полете истребителя на попутном с целью курсе

Время полета до точки встречи в этих случаях может быть рассчитано по формулам:

– при полете навстречу воздушной цели:

$$t = \frac{D_0}{V_u + V_y};$$

– при полете вдогон воздушной цели:

$$t = \frac{D_0}{V_u - V_y}.$$

### Решение задачи наведения методом «Параллельного сближения» графическим способом на планшете наведения

#### Пример

Координаты воздушной цели:  $Az_y = 315^\circ$ ,  $D_y = 70$  км, курс ВЦ  $K_y = 90^\circ$ ,  $V_y = 800$  км/ч.

Координаты истребителя:  $Az_u = 93^\circ$ ,  $D_u = 67$  км,  $V_u = 1200$  км/ч.

Определить: курс ( $K_u$ ) и время ( $t$ ) полета истребителя на перехват, а также координаты точки встречи  $Az_C$  и  $D_C$ . Масштаб карты планшета – 1 : 500 000.

#### Решение

В порядке, изложенном выше, находим:

- курс полета на перехват –  $K_u = 310^\circ$ , время полета –  $t = 4$  мин 10 с;
- координаты точки встречи: азимут  $Az_C = 6^\circ$ , дальность  $D_C = 49$  км.

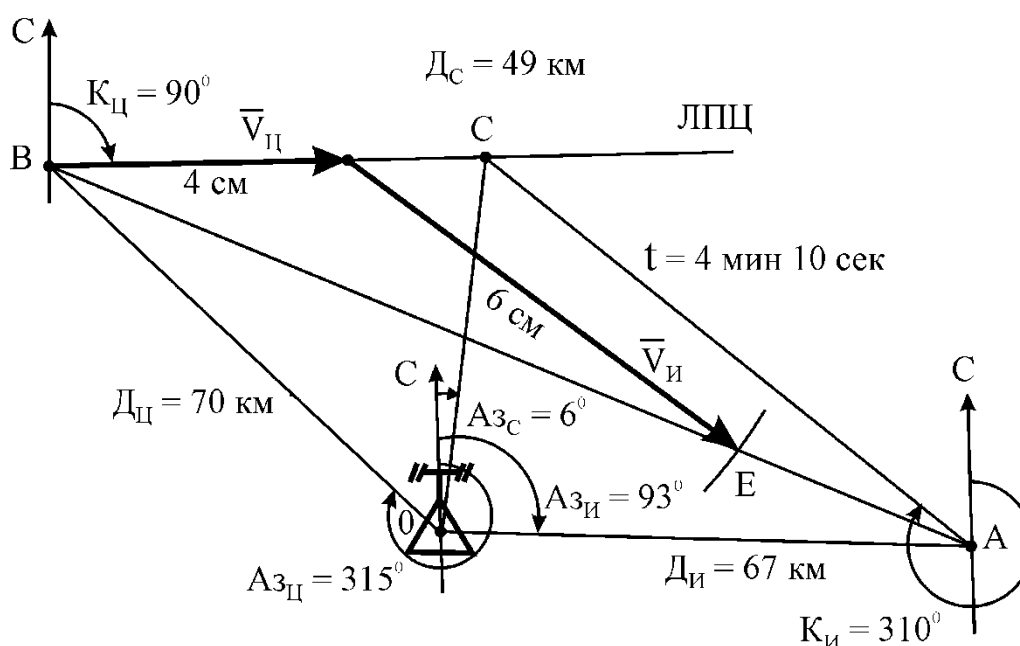


Рис. 3.8. Графический способ решения задачи наведения методом «Параллельное сближение» на планшете наведения

## Инструментальный способ решения задачи наведения

Сущность инструментального способа решения задачи наведения методом «Параллельное сближение» заключается в использовании масштабно-временных линеек или линеек пропорциональных отрезков для определения положения точки встречи истребителя с воздушной целью, курса и времени полета истребителя до этой точки.

Для решения задачи наведения с помощью линеек необходимо иметь две линейки: линейку цели и линейку истребителя.

Шкалы линеек могут быть разбиты на минутные отрезки пути или пропорциональные отрезки. Линейки первого типа называют масштабно-временными, а второго типа – линейки пропорциональных отрезков.

Масштабно-временные линейки изготавливают следующим образом (рис. 3.9) (15 км в масштабе ИКО):

1. Необходимо задаться скоростью истребителя и скоростью воздушной цели, например:  $V_u = 900$  км/ч,  $V_y = 600$  км/ч.
2. Рассчитать путь, который проходит истребитель и воздушная цель за 1 мин ( $S_u = 15$  км,  $S_y = 10$  км).
3. На линейку истребителя в масштабе ИКО нанести деления через минутные отрезки пути истребителя (через 15 км).
4. На линейку цели в масштабе ИКО нанести деления через минутные отрезки пути цели (через 10 км).
5. Произвести оцифровку шкал линеек в минутах (0, 1, 2, 3, 4 и т.д.).

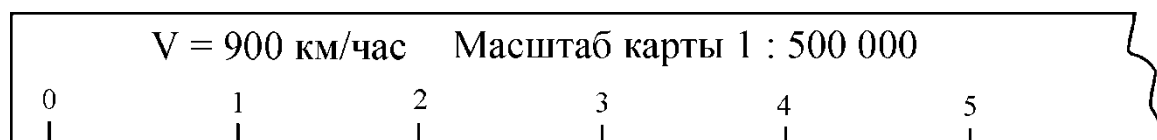


Рис. 3.9. Масштабно-временная линейка

Линейки пропорциональных отрезков изготавливают следующим образом (рис. 3.10):

1. Необходимо задаться скоростью полета цели и истребителя, например,  $V_u = 1000$  км/ч,  $V_y = 800$  км/ч.

2. Определить значение  $n = \frac{V_u}{V_u}$  ( $n = 0, 8$ ).

3. Нанести деления на линейку истребителя, например, через 10 км в масштабе ИКО.

4. Нанести деления на линейку цели. (Цена делений шкалы линейки воздушной цели соответствует отношению скоростей ( $n = 0,8$ ; в масштабе ИКО – 8 км).

5. Произвести оцифровку делений шкал линеек цифрами (0, 1, 2, 3, и т.д.).

– на линейке истребителя  $n = 1$  ( $V = 1000$  км/ч) (10 км в масштабе ИКО);

– на линейке цели  $n = 0,8$  ( $V = 800$  км/ч) (8 км в масштабе ИКО).

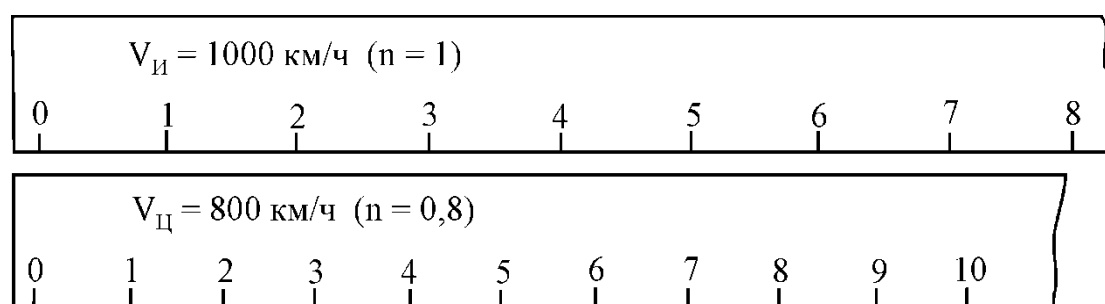


Рис. 3.10. Линейки пропорциональных отрезков

В практике наведения большее распространение получили линейки пропорциональных отрезков, т.к. их необходимо иметь всего лишь несколько штук: одну – с числом  $n = 1$  для истребителя, другие – с разными значениями числа  $n$ . В то же время необходимо иметь по две масштабно-временные линейки для каждого значения скорости полета.

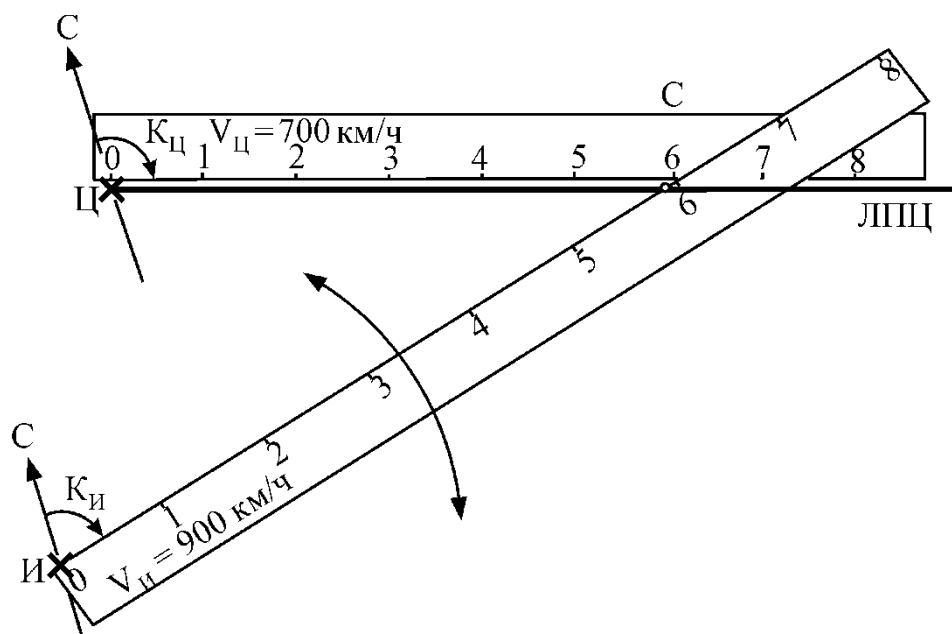


Рис. 3.11. Решение задачи наведения инструментальным способом с помощью масштабно-временных линеек

Для решения задачи наведения инструментальным способом с помощью линеек необходимо:

1. По нескольким отметкам от воздушной цели на ИКО определить параметры ее полета.
  2. Из точки местоположения воздушной цели провести линию ее пути.
  3. Выбрать линейку, соответствующую скорости полета воздушной цели и приложить ее нулем шкалы к отметке воздушной цели по направлению ее полета.
  4. Выбрать линейку, соответствующую скорости полета истребителя, и приложить ее нулем шкалы к отметке истребителя.
  5. Поворачивать линейку истребителя вокруг точки местоположения истребителя так, чтобы в точке пересечения шкал обеих линеек совпали деления с одинаковой оцифровкой (рис. 3.11).
- Точка совпадения делений и является точкой встречи.
6. По положению линейки истребителя с использованием азимутальной сетки ИКО определить курс полета истребителя.
  7. Время полета до точки встречи отсчитать на линейке (при использовании масштабно-временных линеек) или рассчитать по длине пути и скорости цели (при использовании линеек пропорциональных отрезков).

## Решение задачи наведения методом «Параллельного сближения» инструментальным способом с помощью линеек на планшете наведения

### Пример

Координаты воздушной цели:  $Az_u = 315^\circ$ ,  $D_u = 95$  км,  $V_u = 900$  км/ч,  $K_u = 95^\circ$ .

Координаты истребителя:  $Az_u = 270^\circ$ ,  $D_u = 95$  км,  $V_u = 1200$  км/ч.

Определить: курс ( $K_u$ ), время полета ( $t$ ) и положение точки встречи ( $C$ ).

### Решение

В порядке, изложенном выше, на планшете наведения с помощью масштаб-но-временных линеек находим ответ:

- время полета на перехват  $t = 6$  мин;
- курс истребителя в точку перехвата  $K_u = 66^\circ$ ;
- координаты точки встречи:  $Az_C = 13^\circ$ ,  $D_C = 47$  км.

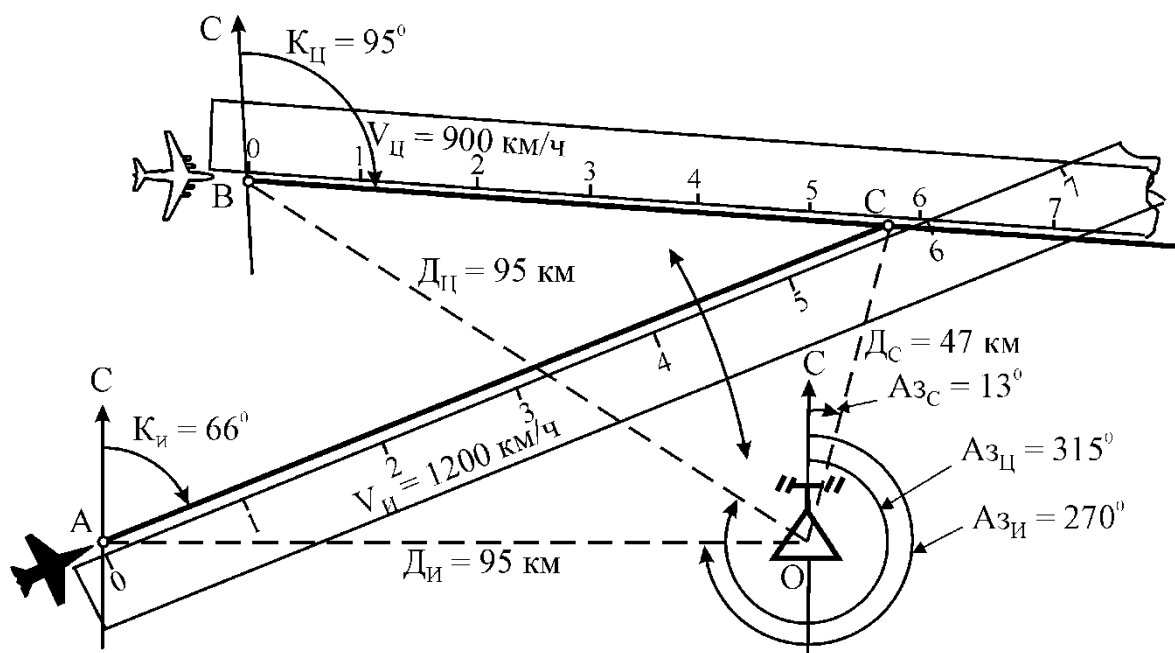


Рис. 3.12. Решение задачи наведения инструментальным способом с помощью масштаб-но-временных линеек на планшете наведения

## Глазомерный способ решения задачи наведения

К решению задачи наведения глазомерным способом приступают при приобретении практических навыков в решении задачи наведения графическим и инструментальным способами.

Сущность глазомерного способа решения задачи наведения заключается в определении положения точки встречи истребителя с воздушной целью и курса полета истребителя в эту точку глазомерно, с использованием свойств метода:

- постоянство курсовых углов истребителя и цели ( $\Psi_u = const, \Psi_{ц} = const$ );
- пропорциональность проходимых истребителем и целью расстояний:

$$\left( \frac{S_u}{S_{ц}} = \frac{V_u}{V_{ц}} \right), \text{ где } m = \frac{V_u}{V_{ц}}.$$

Для глазомерного решения задачи наведения методом «Параллельное сближение» необходимо (рис. 3.13):

1. По нескольким отметкам от воздушной цели на ИКО определить параметры ее полета.
2. Провести стеклоглафом на ИКО линию пути цели и линию, соединяющую отметки от цели и истребителя.
3. По выбранной скорости истребителя, определить соотношение их скоростей ( $m$ ),  $m = \frac{V_u}{V_{ц}}$ . В данном случае число  $m$  будет определять, во сколько раз путь истребителя больше (меньше) пройденного пути цели.
4. Мысленно построить треугольник наведения и определить примерную точку встречи.
5. Задать курс истребителю в эту точку.
6. Через некоторый промежуток времени мысленно провести линию, соединяющую отметки цели и истребителя. Если эта линия параллельна начальной, проведенной стеклоглафом (рис. 3.13), то задача наведения решена правильно.





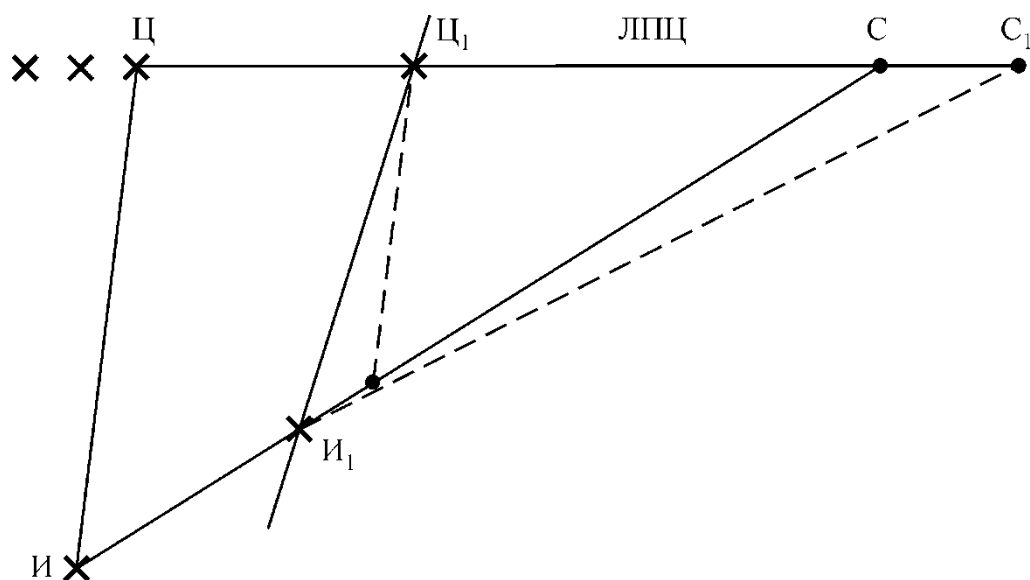


Рис. 3.14б. Решение задачи наведения методом «Параллельное сближение»  
глазомерным способом при отставании истребителя от цели

Курс или скорость полета истребителя изменяют до тех пор, пока линии, соединяющие отметки цели и истребителя, не будут параллельны первоначальной.

### **§ 3.3. Влияние маневра воздушной цели на траекторию полета истребителя**

Маневр цели в горизонтальной плоскости сводится к изменению курса и скорости полета. Если же воздушная цель изменяет направление и скорость полета, то истребитель должен выполнить ответный маневр. Кроме того, по окончании маневра воздушной цели положение точки встречи изменится, причем в некоторых случаях изменение может быть настолько значительным, что практически исключит возможность встречи истребителя с данной воздушной целью.

Оценим влияние маневра воздушной цели направлением и скоростью полета на параметры полета истребителя.

#### **Маневр воздушной цели направлением**

На маневр цели курсом истребитель должен выполнить ответный маневр. С установлением нового режима полета воздушной цели траектория полета истребителя снова становится прямолинейной, а ОБУ задачу наведения необходимо решать заново. Оценим смещение точки встречи истребителя с воздушной целью вследствие изменения воздушной целью направления полета на примере графического решения задачи наведения (рис. 3.15).

Пусть встреча, до того, как воздушная цель изменила направление полета, была возможна в точке  $C_0$ .

Если воздушная цель выполнит маневр курсом в направлении от истребителя (курс цели  $K_{ц1}$ ), то решив задачу наведения графическим способом заново, нетрудно заметить, что этот маневр приведет к увеличению пути воздушной цели на величину  $\Delta S_{ц}$  и, в свою очередь, к более поздней встрече истребителя с воздушной целью.

При маневре воздушной цели курсом в направлении на истребитель (курс цели  $K_{ц2}$ ), путь, который пройдет воздушная цель до точки встречи  $C_2$ , будет меньше, чем до выполнения маневра, на величину  $\Delta S_{ц}$ . Этот маневр приводит к более ранней встрече истребителя с целью.

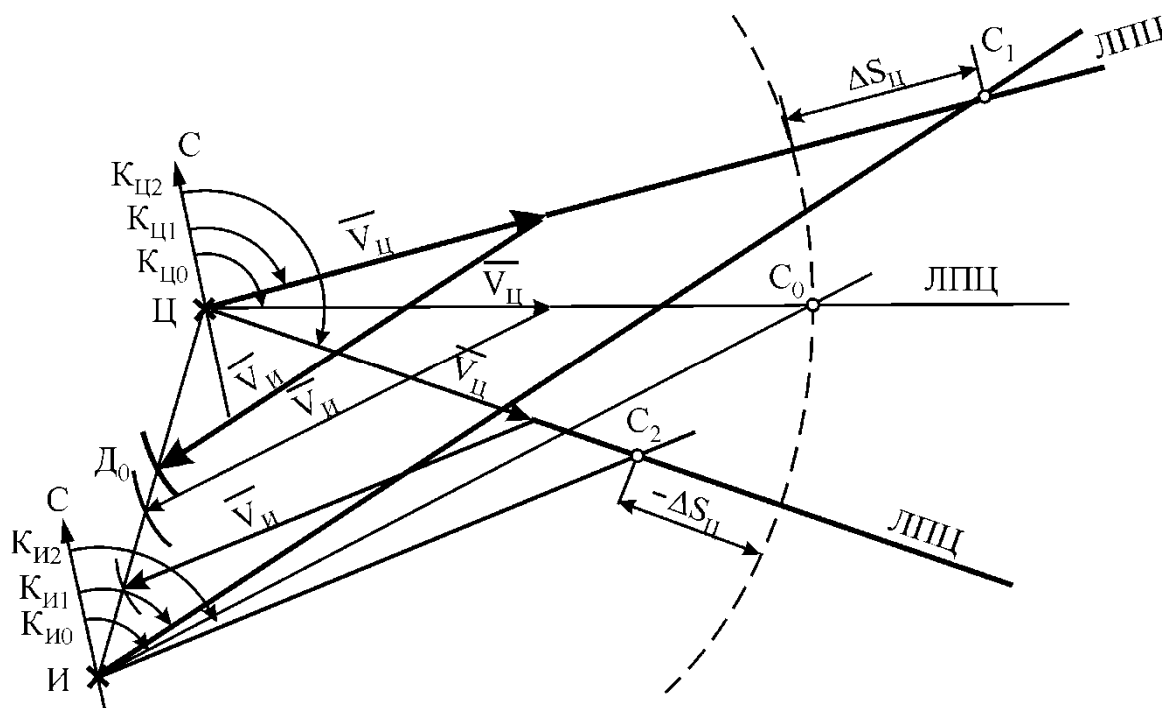


Рис. 3.15. Графическое решение задачи наведения при маневре воздушной цели направлением

Мерой противодействия маневру цели курсом может явиться одновременное наведение на нее групп истребителей с разных сторон.

## Маневр воздушной цели скоростью

На примере графического решения задачи наведения оценим влияние маневра воздушной цели скоростью полета (рис. 3.16).

Пусть встреча, до того, как воздушная цель изменила свою скорость полета, была возможна в точке  $C_0$ . Если воздушная цель увеличит скорость на величину  $\Delta V_u$ , то  $V_u = (V_u + \Delta V_u)$ .

Решив задачу наведения заново, можно заметить, что этот маневр приводит к увеличению пути воздушной цели на величину  $\Delta S_u$  и, следовательно, к более поздней встрече истребителя с воздушной целью и, наоборот, если цель уменьшит скорость  $V_u = (V_u - \Delta V_u)$ , путь, который она пройдет до точки встречи  $C_2$ , будет меньше, чем до выполнения маневра. Этот маневр приведет к более ранней встрече истребителя с целью.

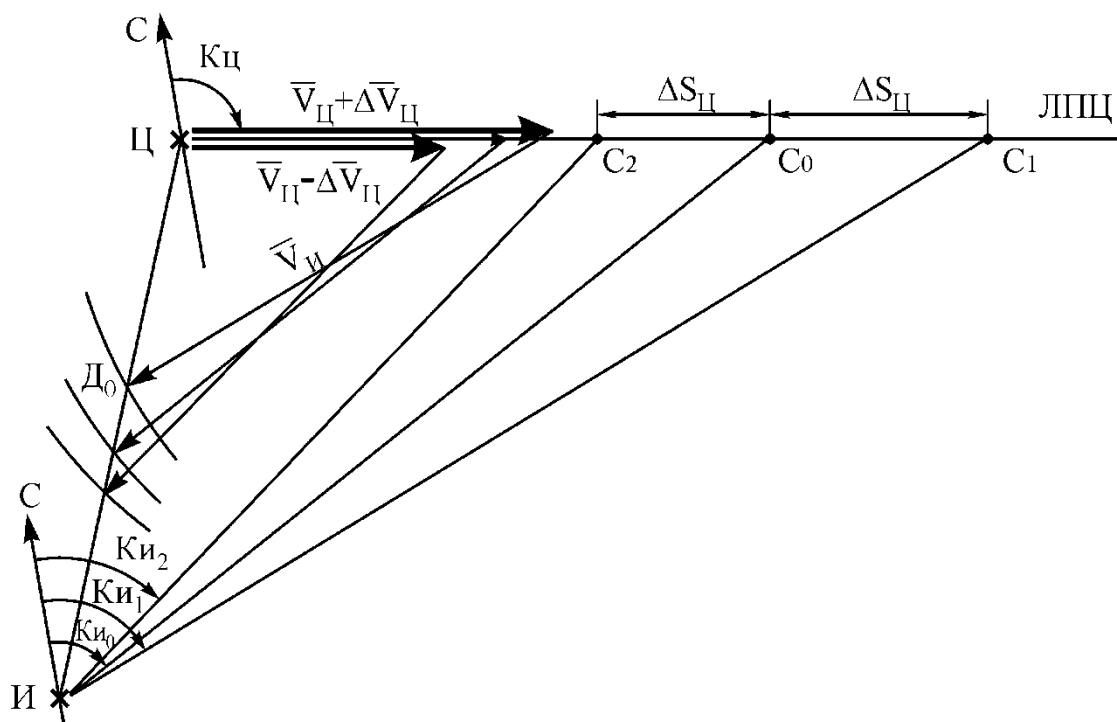


Рис. 3.16. Графическое решение задачи наведения при маневре воздушной цели скоростью полета

Так повлияет маневр цели скоростью на изменение положения точки встречи истребителя с целью при условии, если истребитель будет выполнять полет на попутных или попутно-пересекающихся с целью курсах. Если истребитель будет выполнять атаку цели на встречных или встречно-пересекающихся курсах, то, решив задачу наведения графическим способом, можно заметить, что увеличение скорости полета цели приводит к более ранней ее встрече с истребителем, а уменьшение – к более поздней.

Мерой противодействия маневру цели скоростью является соответственное изменение скорости истребителя, так как если сохранить неизменным отношение скоростей, то  $S_y = 0$  и встреча с целью произойдет в той же точке.

Таким образом, должно быть

$$\frac{V_u + \Delta V_u}{V_y + \Delta V_y} = m,$$

откуда  $\Delta V_u = m \times \Delta V_y$ .

### § 3.4. Возможность наведения на воздушную цель, превосходящую истребитель в скорости полета

В практике наведения может возникнуть необходимость наведения на воздушные цели, скорость которых больше скорости истребителя.

Естественно, если истребитель, скорость которого меньше скорости воздушной цели ( $V_u < V_{ц}$ ), окажется сзади нее, то он никогда с нею не сблизится. Очевидно, существует какая-то область, находясь в пределах которой истребитель, летящий со скоростью, меньшей скорости воздушной цели, может сблизиться с нею.

Область в воздушном пространстве, в которой возможно сближение истребителя и воздушной цели при условии, когда  $V_u < V_{ц}$ , называют областью возможных сближений.

Выражение  $\sin \Psi_{ц} = -n \times \sin \Psi_u$  справедливо, если выполняется условие  $|n \times \sin \Psi_u| \leq 1$  или  $\sin \Psi_u \leq m$ , где  $m = \frac{1}{n} = \frac{V_u}{V_{ц}}$ .

Если  $V_u > V_{ц}$  – это условие выполняется всегда.

Если  $V_u < V_{ц}$  – указанное условие выполняется лишь при некоторых значениях курсового угла истребителя, не превышающих его критической величины, которая определяется из соотношения

$$\sin \Psi_{u_{кр}} = \pm m.$$

Это равенство определяет границу области возможных сближений с целью при отсутствии преимущества в скорости. Эта область представляет собой сектор в передней полусфере цели с углом при вершине  $2\Psi_{u_{кр}}$  (рис. 3.17).

Чем меньше  $V_u$  по отношению к  $V_{ц}$ , тем уже этот сектор.

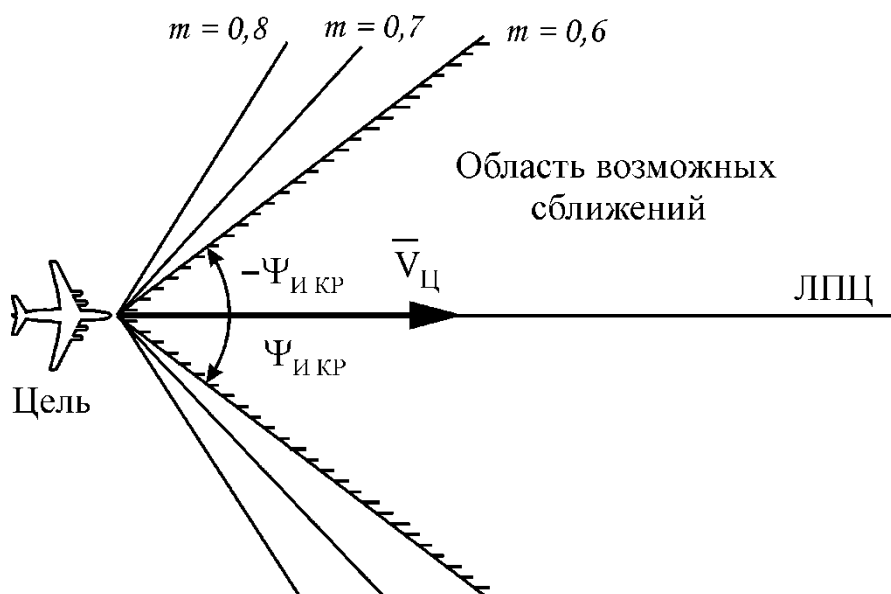


Рис. 3.17. Границы области возможных сближений с целью при отсутствии преимущества в скорости

Таким образом, встреча истребителя с целью при  $V_u < V_c$  возможна, когда фактический курсовой угол истребителя не превышает критического, т.е. когда истребитель находится в границах области возможных сближений.

### Графическое построение области возможных сближений истребителя с целью при отсутствии у истребителя преимущества в скорости полета

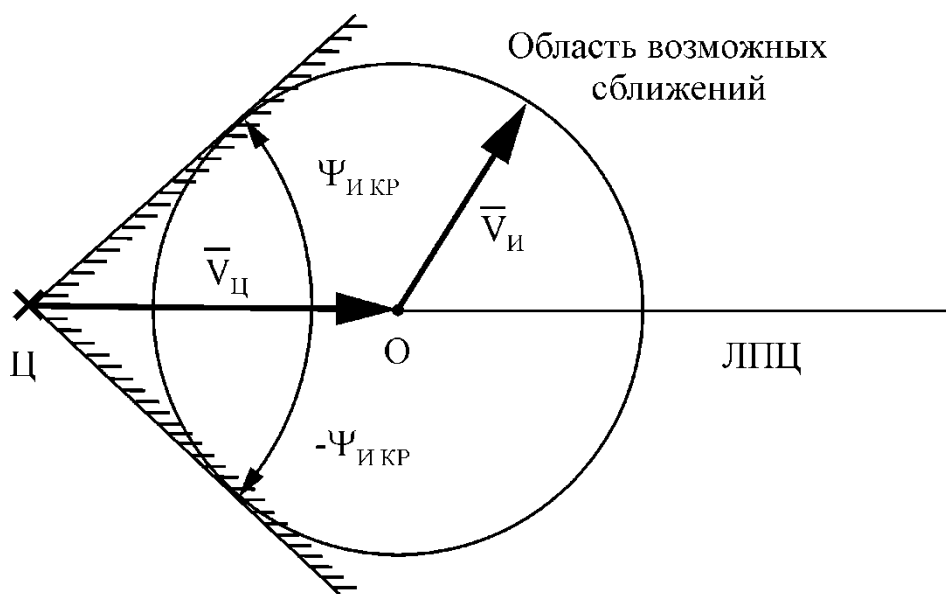


Рис. 3.18. Областью возможных сближений для истребителя, скорость которого меньше скорости цели

Область возможных сближений истребителя с целью при отсутствии у истребителя преимущества в скорости, графически строится следующим образом:

1. От отметки цели, вдоль линии ее пути в выбранном масштабе откладывается вектор скорости цели.
2. Из конца вектора ( $O$ ), принятого за центр окружности, радиусом, равным по величине вектору скорости истребителя, в том же масштабе проводим окружность.
3. Из точки местоположения цели проводятся касательные к окружности.
4. Область, лежащая внутри касательных, будет являться областью возможных сближений для истребителя, скорость которого меньше скорости цели (рис. 3.18).

Если истребитель находится в области возможных сближений, задача наведения имеет два решения, из которых одно соответствует выводу его в переднюю полусферу цели или под большим ракурсом ( $C_1$ ), а другое – в заднюю полусферу цели ( $C_2$ ) (рис. 3.19).

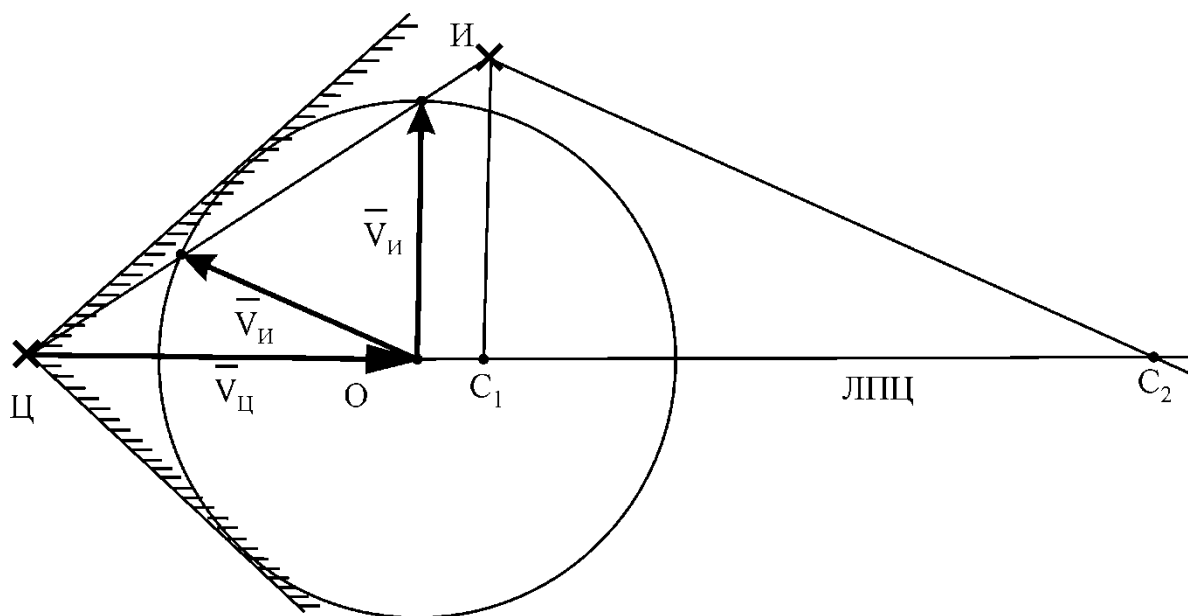


Рис. 3.19. Две точки встречи истребителя с целью (при  $V_u < V_u$ ) при нахождении истребителя в области возможных сближений

Последний случай используется при наведении истребителя на цель с большей, чем у него, скоростью полета для атаки цели на отставании.



### § 3.5. Итоговая оценка метода

Оценку метода необходимо производить по условиям решения задачи наведения и выполнения полета на перехват летчиком:

1. Метод применяется в том случае, если известны текущие координаты и параметры полета воздушной цели.
2. Метод применим, когда истребитель находится в области возможного сближения с целью или имеет преимущество в скорости полета.
3. Метод применим для наведения истребителей со всеракурсным оружием, так как не обеспечивает вывод истребителя к цели под заданным углом встречи.
4. Метод применим для наведения самолетов, не имеющих радиолокационных прицелов, так как встреча истребителя с целью происходит в одной точке.
5. Траектория полета является прямой, что обеспечивает сближение с целью в минимальное время по кратчайшему расстоянию.
6. Прямолинейность траектории облегчает летчику пилотирование самолетом, а постоянство курсового угла цели – ее поиск.
7. Встреча истребителя с целью происходит в одной точке, поэтому метод «Параллельное сближение» не обеспечивает защиту от столкновения самолетов в воздухе.

Метод наведения «Параллельное сближение» является базовым для изучения других методов наведения и сравнения их характеристик.

### § 3.6. Отработка практических навыков на тренажере

#### УПРАВЛЕНИЕ ЭКИПАЖАМИ ПРИ ВЕДЕНИИ ОДИНОЧНОГО ВОЗДУШНОГО БОЯ НА СРЕДНИХ И БОЛЬШИХ ВЫСОТАХ С АТАКОЙ ВЦ МЕТОДОМ «ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ СБЛИЖЕНИЕ»

(выполнение перехвата ВЦ методом наведения «Параллельное сближение»)  
(Упражнение № 7 (КБП ПУА ВВС 2000))

**Цель упражнения:** выработать навыки в выполнении НШР в управлении экипажами при выполнении перехвата воздушной цели методом наведения «Параллельное сближение» на средних и больших высотах и в управлении экипажами при наведении на не маневрирующую воздушную цель.

**Условия выполнения:** упражнение отработать при выполнении полетов на одиночный воздушный бой (перехват воздушной цели) на средних и больших высотах методом наведения «Параллельное сближение».

**Цель:** 1-МиГ-29,  $H = 1000-12000$  м,  $V = 700-1000$  км/ч.

**Перехватчик:** 1-МиГ-29,  $H = 1000-12000$  м,  $V = 850-1200$  км/ч.

**Пример** (рис. 3.20)

Дано:  $Az_u = 290^\circ$ ,  $D_u = 140$  км,  $V_u = 600$  км/ч,  $K_u = 70^\circ$ ,  $H_u = 6000$  м;

$Az_u = 227^\circ$ ,  $D_u = 100$  км,  $V_u = 900$  км/ч,  $H_u = 5000$  м.

Найти: точку встречи  $C$ ,  $K_u$  в точку встречи.

Для глазомерного решения задачи и выполнения наведения методом "Параллельное сближение" необходимо действовать в порядке, указанном выше и показанном на рис. 3.13, 3.14а, 3.14б.

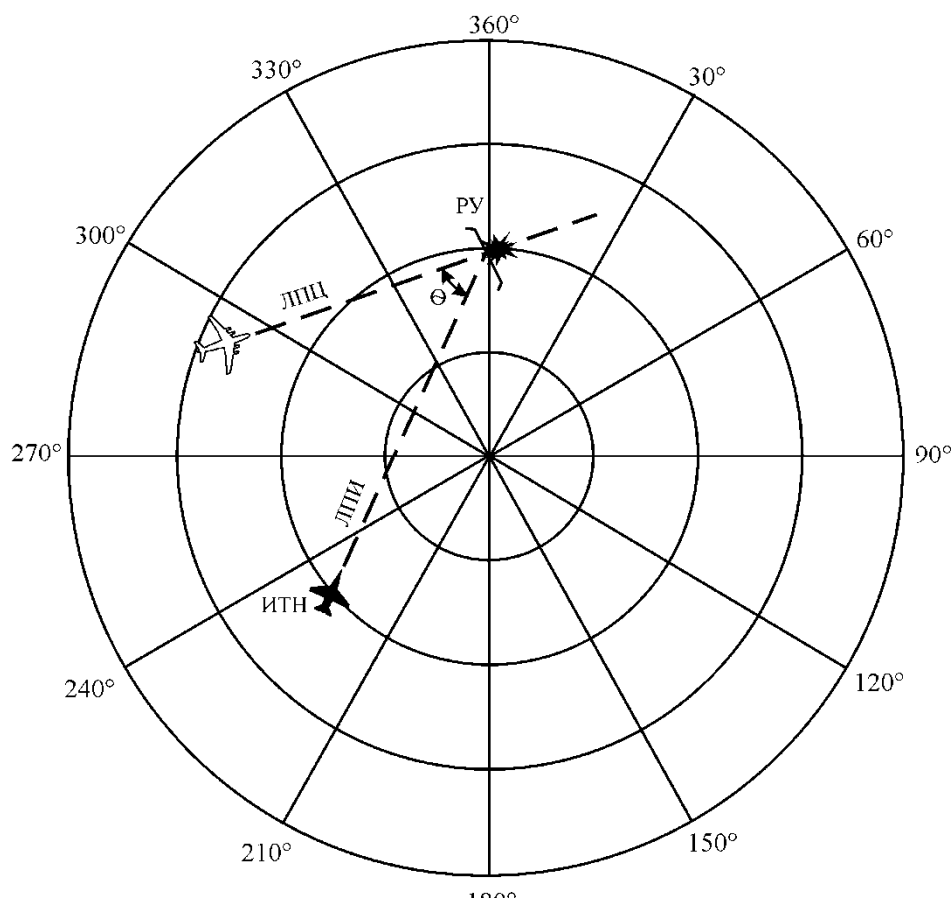


Рис. 3.20. Схема наведения методом «Параллельное сближение» на ИКО РЛС (масштаб – 200 км)

### Порядок выполнения

1. ОБУ КП дает перехватчику команду на запуск.
2. Выруливание и взлет по команде РП.
3. ОБУ осуществляет прием управления от РДЗ на установленном рубеже.
4. После доклада летчика о переходе на канал наведения, ОБУ КП задает ему курс на ВЦ, высоту с превышением (принижением) 500-1000 м относительно цели, скорость, превышающую скорость цели на 150-300 км/ч.
5. После уточнения параметров движения цели, ОБУ определяет точку встречи и подает команду на изменение курса истребителя в точку встречи.
6. Дискретность выдачи команд на изменение курса истребителя зависит от взаимного положения цели и истребителя, от исходной дальности и относительной скорости сближения.

7. После выхода на дальность включения БРЛС, дается команда летчику на включение БРЛС на излучение и выдается информация о положении цели относительно перехватчика.

8. Перехватчик обнаружил воздушную цель по БРЛС: с дальности захвата информация летчику выдается через каждый оборот антенны РЛС, при этом ОБУ осуществляет постоянный контроль за высотой перехватчика и цели, подсказывает летчику безопасную сторону выхода после выполнения атаки.

9. После доклада летчика о выполнении задания ОБУ задает ему курс выхода на аэродром посадки.

10. Передача управления от ОБУ к РДЗ и перевод перехватчика на стартовый канал осуществляется на установленном рубеже, при этом указывается позывной летчика и координаты перехватчика (азимут, дальность, высота).

### **Порядок ведения радиообмена**

#### **1. При приеме управления:**

РБЗ по ГГС: «КП, азимут 225, дальность 100, 401-й»

ОБУ по ГГС: «401-го вижу, на 6-ой»

РБЗ: «401-й, переход на 6-ой»

л-к: «401-й понял»

#### **2. На канале наведения:**

л-к: «Ладога, 401-й на 6-ом, с курсом 270, высота 4, к работе готов»

ОБУ: «401-й, Ладога, курс 330, высота 5000, скорость 900, 1 мин»

л-к: «401-й понял»

#### **3. После выполнения маневра:**

л-к: «401-й на курсе 330, высота 5000, скорость 900»

ОБУ: «401-го понял»

#### **4. После уточнения параметров движения цели и определения точки встречи:**

ОБУ: «401-му вправо курс 25, высота 5000»

л-к: «401-й понял»

#### **5. После выполнения маневра:**

л-к: «401-й на курсе 25, высота 5000»

ОБУ: «401-го понял, установите ЗПС, дельта Н + 1, высота цели 6000»

**6. После выхода на дальность включения БРЛС:**

ОБУ: «401-му излучение, цель слева под 60, дальность 50, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

ОБУ: «401-й цель слева под 60, дальность 40, цель на 6000»

л-к : «401-й понял»

**7. После обнаружения летчиком цели на экране БРЛС или ТП:**

л-к: «401-й, цель вижу»

ОБУ: «401-й, цель слева под 60, дальность 30, выше 1000, работу разрешаю»

л-к: «401-й понял»

**8. После захвата цели БРЛС или ТП:**

л-к: «401-й, захват»

ОБУ: «401-й, слева под 60, дальность 20, после работы выход влево»

л-к: «401-й понял»

ОБУ: «401-й, цель слева под 60, дальность 15, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

**9. При выходе на дальность пуска ракеты:**

л-к: «401-й, пуск, выхожу влево»

ОБУ: «401-й, влево до курса 180, высота 3000»

л-к: «401-й понял»

**10. На рубеже передачи управления:**

ОБУ: «401-й, режим УВД»

л-к: «401-й понял»

ОБУ по ГГС: «РБЗ, азимут 360, удаление 60, 401-й»

РБЗ по ГГС: «КП, 401-го наблюдаю, переводите»

ОБУ: «401-й, удаление 60, на стартовый (7-й канал)»

**Меры безопасности предусматривают:**

- контроль местоположения каждого самолета, находящегося на управлении;
- осуществление управления только при устойчивой двусторонней радиосвязи;
- недопущение слияния меток на ИКО РЛС;

- контроль остатка топлива на самолетах находящихся на управлении;
- подачу команды на выход из атаки на дальности 4 км (нет обнаружения цели по РЛПК), 2 км (нет визуального обнаружения цели);
- на высотах 1000-8000 м – эшелонирование через 500 м, 8000-12000 м – через 1000 м.

**Выполнение задания необходимо запретить:**

- при отсутствии устойчивой двухсторонней радиосвязи с экипажем;
- при отказе средств управления и невозможности использовать другие средства;
- при неисправности на самолете системы государственного опознавания;
- при подаче экипажем сигнала «Бедствие»;
- при отказе или неустойчивой работе бортовых систем самолета (по докладу летчика);
- при нарушении экипажем порядка выполнения полетного задания, мер безопасности или невыполнения команд;
- при минимальном остатке топлива на самолете, установленном для возвращения на аэродром посадки;
- при возникновении ОСП;
- во всех случаях по команде РП, РДЗ, проверяющих лиц или инструктора.

**ОБУ запрещается:**

- самовольно изменять полетное задание экипажу в воздухе;
- задавать экипажу параметры полета, выходящие за пределы эксплуатационных ограничений самолета;
- задавать экипажу высоту менее безопасной в заданном районе, если это не предусмотрено полетным заданием;
- продолжать давать команды управления экипажу, если его местоположение точно не известно;
- заводить экипажи в засветки от мощнокучевой облачности.

## Вопросы для самоконтроля

1. В чем заключается сущность метода наведения «Параллельное сближение»?
2. В чем заключается определение величины курсового угла ВЦ на НЛ-10М?
3. В чем заключается определение длины пути, пройденного целью до точки встречи на НЛ-10М?
4. В чем заключается определение на НЛ-10М времени полета цели до точки встречи?
5. В чем состоит графический способ решения задачи наведения методом «Параллельное сближение»?
6. В чем состоит графический способ решения задачи наведения методом «Параллельное сближение» при полете истребителя на встречном с целью курсе?
7. В чем состоит графический способ решения задачи наведения методом «Параллельное сближение» при полете истребителя на попутном с целью курсе?
8. В чем сущность инструментального способа решения задачи наведения методом «Параллельное сближение»?
9. В чем суть решения задачи наведения инструментальным способом на планшете наведения с помощью масштабно-временных линеек?
10. В чем заключается сущность глазомерного способа решения задачи наведения методом «Параллельное сближение»?
11. В чем заключается решение задачи наведения методом «Параллельное сближение» глазомерным способом при обгоне истребителем цели?
12. В чем заключается решение задачи наведения методом «Параллельное сближение» глазомерным способом при отставании истребителя от цели?
13. Каково влияние маневра воздушной цели направлением на траекторию полета истребителя?
13. Каково влияние маневра воздушной цели скоростью на траекторию полета истребителя?
14. В чем состоит возможность наведения на воздушную цель, превосходящую истребитель в скорости полета?
15. Каковы границы области возможных сближений с целью при отсутствии преимущества в скорости?

16. Что называется областью возможных сближений для истребителя, скорость которого меньше скорости цели?





$$V_{сбл} = V_u \times \cos\Theta - (+) V_{ц};$$

$t_{приц}$  – время прицеливания;

$D_n$  – дальность пуска ракет (стрельбы).

В отличие от метода «Параллельное сближение» истребитель выводится не в точку встречи (С) с воздушной целью, лежащую на линии пути цели, а в точку К, лежащую на линии полета истребителя. Курсовые углы истребителя и цели в процессе сближения непрерывно изменяются по абсолютной величине.

Курсовой угол воздушной цели уменьшается:

$$\Psi_{u_k} < \Psi_{u_i} < \Psi_{u_2} < \Psi_{u_1} < \Psi_{u_0},$$

а курсовой угол истребителя увеличивается:

$$\Psi_{u_k} > \Psi_{u_i} > \Psi_{u_2} > \Psi_{u_1} > \Psi_{u_0}.$$

Предположим, что после выхода на дальность  $D_k$  истребитель и цель продолжают полет по прямой, тогда до пересечения линии пути цели истребитель пройдет путь  $D_k$ , а цель за это время пройдет путь

$$S_{ц} = V_{ц} \times t = V_{ц} \times \frac{D_k}{V_u} = n \times D_k, \left( n = \frac{V_{ц}}{V_u} \right),$$

т.е. продолжение траектории истребителя пересекает ЛПЦ в точке С, находящейся сзади цели на расстоянии  $n \times D_k$ .

Сопоставив методы «Прямого и Параллельного сближения» можно заключить, что первый из них эквивалентен второму, но не по отношению к самой цели, а по отношению к точке N (фиктивной точке), находящейся сзади цели на расстоянии  $n \times D_k$ .

Сущность метода «Прямое сближение» заключается в том, что вектор скорости истребителя направляется в упрежденную точку (точку начала атаки) так, чтобы вектор относительной скорости сближения был всегда направлен по линии, соединяющей точку местоположения истребителя с фиктивной точкой, находящейся сзади цели на расстоянии  $n \times D_k$ , и перемещался в пространстве параллельно самому себе.

## § 4.2. Способы решения задачи наведения

Сущность решения задачи наведения методом «Прямое сближение» заключается, главным образом, в определении курса истребителя в точку начала атаки, времени полета на перехват, положения точки начала атаки и конечной точки положения воздушной цели.

Задачу наведения методом «Прямое сближение» можно решить следующими способами:

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

### **Аналитическое решение задачи наведения.**

Сущность способа состоит в выполнении математических расчетов для определения курса истребителя, времени полета на перехват и положение конечных точек истребителя и цели, определенных сущностью метода наведения.

Исходными данными для решения задачи наведения являются:

- координаты цели и истребителя ( $Az_u; D_u; Az_c; D_c$ );
- курс цели ( $K_c$ );
- скорость цели ( $V_c$ );
- исходная дальность между истребителем и целью ( $D_0$ );
- курсовой угол истребителя ( $\Psi_u$ );
- пеленг цели ( $P_c$ );
- скорость истребителя ( $V_u$ ) выбирается ОБУ;
- дальность пуска ( $D_n$ ) определяется возможностями системы вооружения

самолета.

### а) Определение курса полета истребителя

Для определения курса полета истребителя в точку начала атаки воспользуемся рис. 4.1. Из рисунка видно, что курс полета истребителя в точку  $K$  равен:

$$K_u = \Pi_u + \Psi_u. \quad (4.1)$$

Курсовой угол цели определим из треугольника ЦИС по теореме синусов:

$$\frac{\sin \Psi_u}{V_u \cdot t} = \frac{\sin(-\Psi_u)}{V_u \cdot t + D_k},$$

откуда

$$\sin \Psi_u = \frac{V_u \cdot t}{V_u \cdot t + D_k} \cdot \sin \Psi_u.$$

Окончательно получим

$$\sin \Psi_u = -n \times \sin \Psi_u \times \left( \frac{1}{1 + \frac{D_k}{V_u \cdot t}} \right). \quad (4.2)$$

Измерив значение пеленга цели на ИКО и зная значение курсового угла цели, можно найти значение курса истребителя.

### б) Определение времени полета на перехват

Время полета истребителя при наведении методом «Прямое сближение» можно определить из треугольника ЦИС (рис. 4.1) по теореме косинусов:

$$\begin{aligned} (V_u \times t + D_k)^2 &= D_0^2 + V_u^2 \times t^2 - 2 \times (D_0 \times V_u \times t \times \cos \Psi_u); \\ V_u^2 \times t^2 + 2 \times (V_u \times t \times D_k) + D_k^2 &= D_0^2 + V_u^2 \times t^2 - 2 \times (D_0 \times V_u \times t) \times \cos \Psi_u; \\ V_u^2 \times t^2 + 2 \times (V_u \times t \times D_k) + D_k^2 - D_0^2 - V_u^2 \times t^2 + 2 \times (D_0 \times V_u \times t) \times \cos \Psi_u &= 0; \\ (V_u^2 - V_u^2) \times t^2 + 2 \times (V_u \times D_k + D_0 \times V_u \times \cos \Psi_u) \times t - (D_0^2 - D_k^2) &= 0. \end{aligned}$$

Разделив левую и правую части уравнения на  $(V_u^2 - V_u^2)$ , получим:

$$t^2 + 2 \times \frac{V_u \cdot D_\kappa + D_0 \cdot V_u \cdot \cos \Psi_u}{V_u^2 - V_y^2} \cdot t - \frac{D_0^2 - D_\kappa^2}{V_u^2 - V_y^2} = 0,$$

$$t^2 + 2 \times \frac{V_u \cdot D_\kappa + D_0 \cdot V_u \cdot \cos \Psi_u}{V_y(m^2 - 1)} \cdot t - \frac{D_0^2 - D_\kappa^2}{V_y(m^2 - 1)} = 0.$$

Решим это квадратное уравнение относительно неизвестного  $t$ :

$$t = -\frac{2 \frac{m \cdot D_\kappa + D_0 \cdot \cos \Psi_u}{V_y^2 \cdot (m^2 - 1)}}{2} + \sqrt{\frac{\left(2 \frac{m \cdot D_\kappa + D_0 \cdot \cos \Psi_u}{V_y^2 \cdot (m^2 - 1)}\right)^2}{4} + \frac{D_0^2 - D_\kappa^2}{V_y^2(m^2 - 1)}} =$$

$$= -\frac{m \cdot D_\kappa + D_0 \cdot \cos \Psi_u}{V_y(m^2 - 1)} + \sqrt{\frac{4(m \cdot D_\kappa + D_0 \cdot \cos \Psi_u)^2}{4V_y^2(m^2 - 1)^2} + \frac{D_0^2 - D_\kappa^2}{V_y^2(m^2 - 1)}} =$$

$$= -\frac{m \cdot D_\kappa + D_0 \cdot \cos \Psi_u}{V_y(m^2 - 1)} + \sqrt{\frac{(m \cdot D_\kappa + D_0 \cdot \cos \Psi_u)^2 + (D_0^2 - D_\kappa^2) \cdot (m^2 - 1)}{V_y^2(m^2 - 1)^2}} =$$

$$= -\frac{m \cdot D_\kappa + D_0 \cdot \cos \Psi_u}{V_y(m^2 - 1)} + \frac{\sqrt{(m \cdot D_\kappa + D_0 \cdot \cos \Psi_u)^2 + (D_0^2 - D_\kappa^2) \cdot (m^2 - 1)}}{V_y(m^2 - 1)}.$$

Окончательно получим

$$t = \frac{\sqrt{(m \cdot D_\kappa + D_0 \cdot \cos \Psi_u)^2 + (D_0^2 - D_\kappa^2) \cdot (m^2 - 1)} - (m \cdot D_\kappa + D_0 \cdot \cos \Psi_u)}{V_y(m^2 - 1)}. \quad (4.3)$$

### **в) Определение точек конечного положения истребителя и воздушной цели**

Зная время полета на перехват, можно определить длины пути цели и истребителя:

$$S_y = V_y \times t; S_u = V_u \times t.$$

Отложив от исходных точек местоположения цели и истребителя длины пути в направлении их полета, получим конечные точки местоположения цели и истребителя.

## Графический способ решения задачи наведения

Графическое решение задачи наведения показано на рис. 4.2, 4.3а, 4.3б.

**Общий случай – при полете истребителя на пересекающихся с целью курсах** – показан на рис. 4.2.

Для решения задачи наведения необходимо:

1. По нескольким отметкам от воздушной цели на ИКО определить курс и скорость полета цели.
2. Через отметку воздушной цели провести линию ее пути.
3. Сместить точку  $C$  на величину  $-n \times D_k$  в масштабе ИКО в направлении, обратном направлению полета воздушной цели (получим  $N$ ).
4. Соединить точку  $N$  и точку местонахождения истребителя прямой линией.
5. От точки  $N$  в направлении полета воздушной цели отложить отрезок, равный длине вектора скорости воздушной цели в масштабе ИКО.
6. Из конца вектора скорости цели радиусом, равным вектору скорости истребителя (в масштабе ИКО), сделать засечку на линии  $IN$  ( $E$ ).
7. Соединить точки  $O$  и  $E$  прямой.
8. Через отметку истребителя провести линию, параллельную линии  $OE$ , до пересечения с линией пути цели. Точка пересечения линии пути воздушной цели ( $C$ ) дает положение воздушной цели в момент выхода истребителя на заданную дальность  $-D_k$ .
9. Отложить от точки  $C$  в направлении на точку  $I$  отрезок, равный  $D_k$ . Полученная точка ( $K$ ) даст положение истребителя в момент выхода воздушной цели в точку  $C$ .
10. По азимутальной сетке ИКО определить курс полета истребителя в точку  $K$ .
11. Определить время полета истребителя по значению пути и скорости:

$$t = \frac{S_u}{V_u} = \frac{S_y}{V_y}.$$

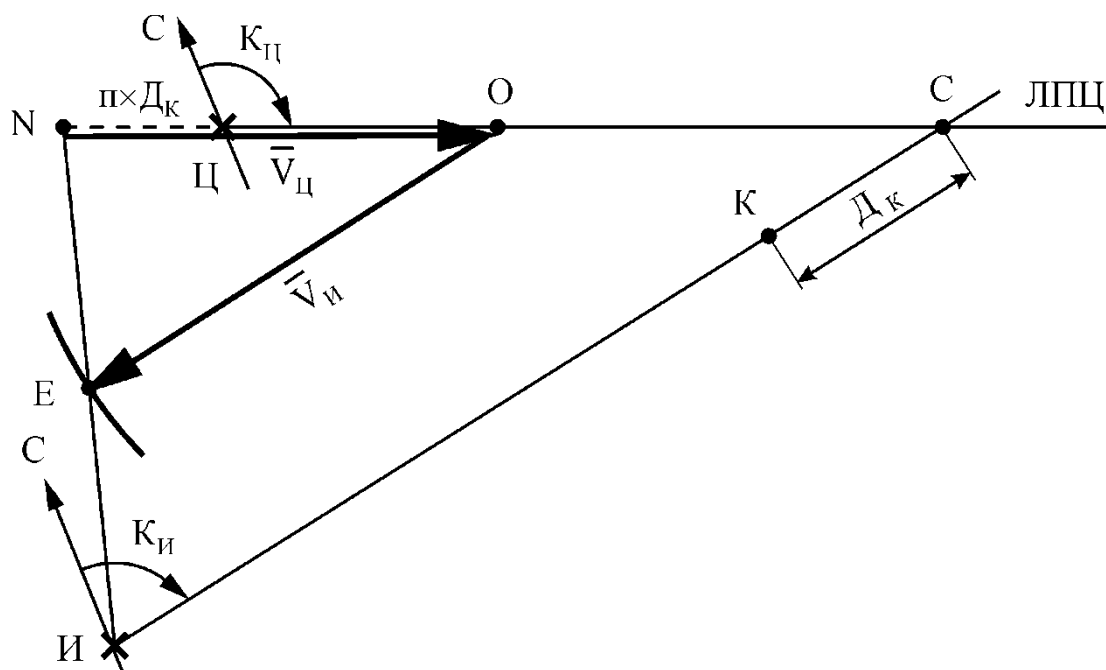


Рис. 4.2. Графический способ решения задачи наведения методом «Прямое сближение»

**Частные случаи (при полете истребителя навстречу или вдогон воздушной цели):**

а) навстречу (рис. 4.3а)

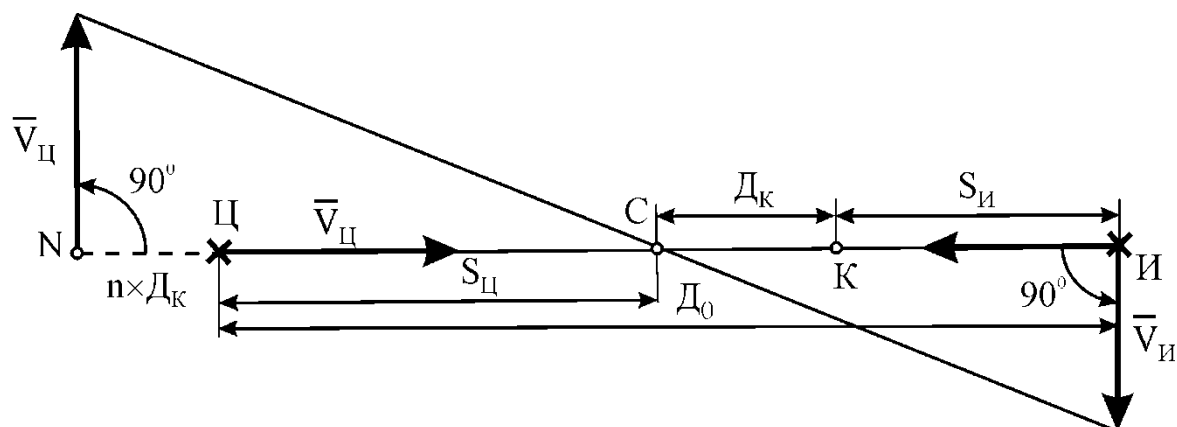


Рис. 4.3а. Графический способ решения задачи наведения методом «Прямое сближение» при полете истребителя навстречу воздушной цели

При полете истребителя на встречных с целью курсах (рис. 4.3а) задача решается в следующей последовательности:

1. Отметки истребителя ( $И$ ) и воздушной цели ( $Ц$ ) соединяются прямой ( $D_0$ ).
2. От точки  $Ц$  в направлении, обратном направлению полета воздушной цели, в масштабе ИКО откладывается отрезок  $n \times D_K$ , и отмечается фиктивная точка  $N$ .

3. Из точки  $N$  и точки местоположения истребителя в масштабе ИКО откладываются соответственно вектор скорости цели и вектор скорости истребителя в противоположных направлениях и перпендикулярно линии  $NI$ .

4. Концы векторов соединяются прямой линией, которая, пересекаясь с линией исходной дальности, определяет положение воздушной цели в момент выхода истребителя на заданную дальность.

5. От точки  $C$  в направлении точки  $I$  откладывается отрезок, равный  $D_K$ . Полученная точка ( $K$ ) определяет положение истребителя в момент выхода воздушной цели в точку  $C$ .

6. Определяется время полета истребителя (цели) до точки встречи

$$t = \frac{D_0 - D_K}{V_u + V_u};$$

б) вдогон (рис. 4.3б).

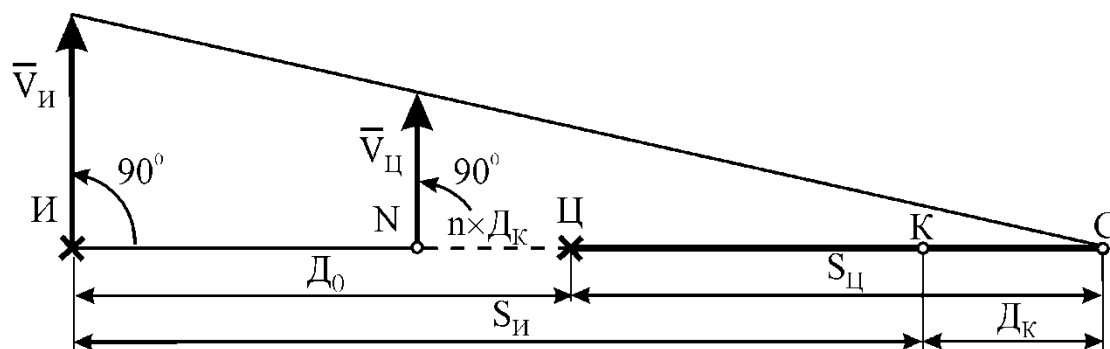


Рис. 4.3б. Графический способ решения задачи наведения методом "Прямое сближение" при полете истребителя вдогон воздушной цели

При полете истребителя на попутных с целью курсах (рис. 4.3б) задача решается в следующей последовательности:

1. Через отметки истребителя и воздушной цели проводится прямая линия.
2. От исходной точки  $Ц$  в направлении, обратном направлению полета цели, в масштабе ИКО откладывается расстояние  $n \times D_K$  и отмечается фиктивная точка  $N$ .

3. Из точки  $N$  и точки местоположения истребителя  $I$  в одном направлении, перпендикулярно линии  $NI$  в масштабе ИКО откладываются векторы скорости цели и истребителя.



4. Концы векторов соединяют линией, которая, пересекая линию пути цели, определит положение точки  $C$ .

5. От точки  $C$  в направлении, обратном направлению полета цели, откладывается отрезок  $D_K$ . Конец этого отрезка ( $K$ ) определяет положение истребителя в момент выхода цели в точку  $C$ .

6. Определяется время полета истребителя (цели) до точки начала атаки:

$$t = \frac{D_0 - D_K}{V_u - V_y}.$$

## Инструментальный способ решения задачи наведения

При решении задачи наведения методом «Прямое сближение» инструментальным способом используют линейки масштабнo-временных или пропорциональных отрезков.

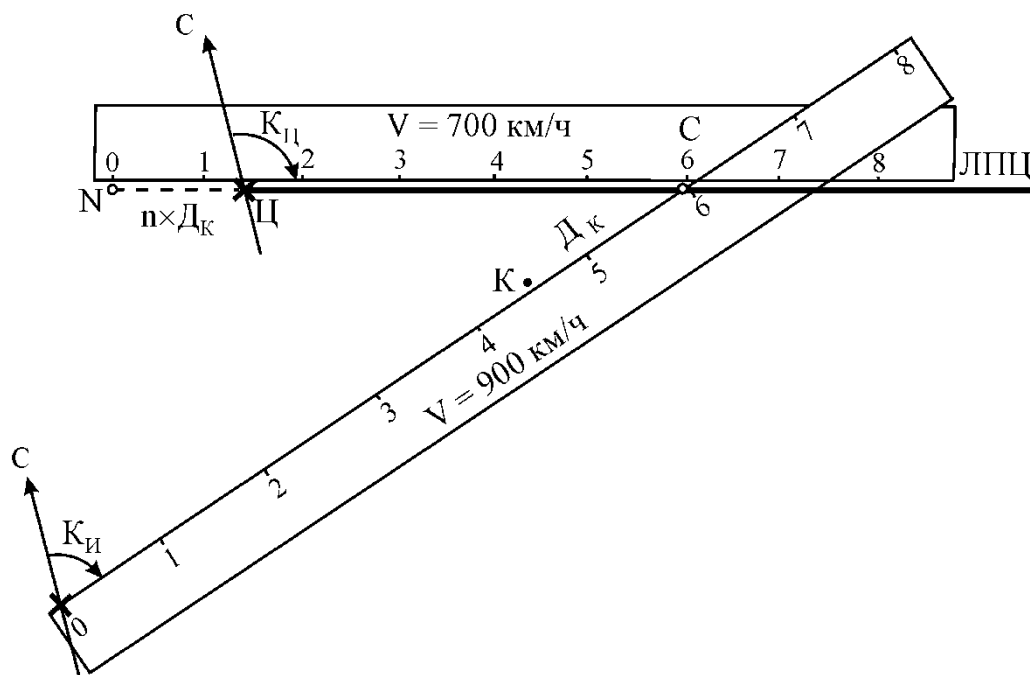


Рис. 4.4. Решение задачи наведения инструментальным способом с помощью масштабнo-временных линеек

Для решения задачи наведения инструментальным способом необходимо (рис. 4.4):

1. По нескольким отметкам от воздушной цели на ИКО определить параметры полета цели.
2. Из точки местоположения воздушной цели провести линию ее пути.
3. Сместить точку  $C$  на величину  $n \times D_k$  в направлении, обратном направлению полета воздушной цели ( $N$ ).
4. Выбрать линейку, соответствующую скорости полета воздушной цели, и приложить ее нулем шкалы к точке  $N$  в направлении ЛПЦ.
5. Выбрать линейку, соответствующую скорости полета истребителя и приложить ее нулем шкалы к точке местоположения истребителя ( $I$ ).
6. Линейку скорости истребителя повернуть вокруг точки  $I$  так, чтобы в точке пересечения шкал линеек совпали деления с одинаковой оцифровкой. В месте пересечения шкал линеек получим точку  $C$  – конечное положение цели в момент выхода истребителя в точку начала атаки ( $K$ ).
7. Положение истребителя ( $K$ ) в этот момент найдем, отложив от точки  $C$  расстояние  $D_k$  в направлении на истребитель.
8. По азимутальной сетке ИКО определить курс полета истребителя в точку  $K$ .
9. Отсчитать по линейке истребителя время полета до точки  $K$ . (При использовании линеек пропорциональных отрезков время полета истребителя определяется

$$t = \frac{S_u}{V_u},$$

где  $S_u$  – определяется по кольцам дальности ИКО).

### **Решение задачи наведения методом «Прямое сближение» с помощью масштабно-временных линеек на планшете наведения**

#### **Пример**

Дано (рис. 4.5):  $Az_u = 315^\circ$ ,  $D_u = 115$  км,  $V_u = 1000$  км/ч,  $K_u = 96^\circ$ .

$Az_u = 280^\circ$ ,  $D_u = 107$  км,  $V_u = 1500$  км/ч,  $D_k = 10$  км.

Масштаб карты стола-планшета – 1 : 500 000.

Определить: точку встречи, курс и время полета истребителя.

### Решение

С помощью линеек на планшете определяем:

- курс полета истребителя  $K_u = 58^\circ$ ;
- время полета 5 мин 30 с;
- координаты точки встречи:  $Az_C = 340^\circ$ ,  $D_C = 76$  км;
- координаты точки  $K$ :  $Az_K = 332^\circ$ ,  $D_K = 73$  км.

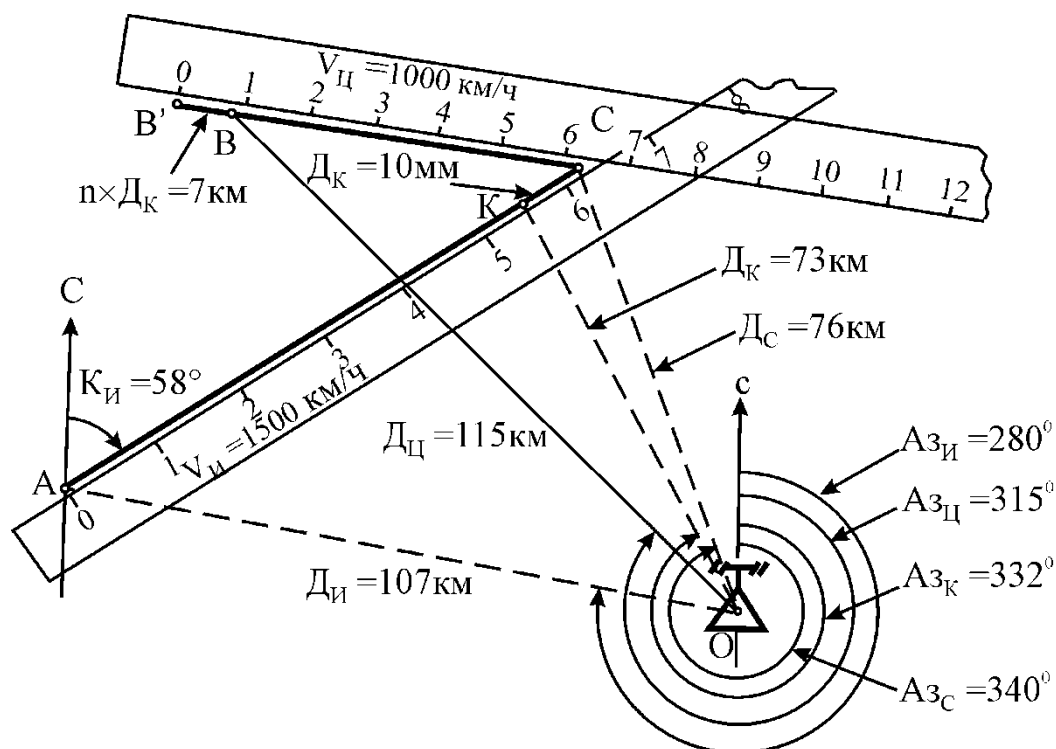


Рис. 4.5. Решение задачи наведения инструментальным способом с помощью масштабно-временных линеек на планшете наведения

## Глазомерный способ решения задачи наведения

Глазомерный способ решения задачи наведения методом «Прямое сближение» основан на использовании аналогии этого метода с методом «Параллельное сближение».

За положение цели при решении задачи наведения методом «Прямое сближение» принимается не сама цель, а фиктивная точка, которая находится сзади цели на расстоянии  $n \times D_K$ .

Чтобы решить задачу наведения глазомерным способом, необходимо:

1. По нескольким отметкам от воздушной цели определить параметры ее полета (рис. 4.6).
2. Провести ЛПЦ.
3. В направлении, противоположном направлению полета цели, визуаль-но или графически отложить расстояние, равное  $n \times D_k$ , и отметить фиктивную точку  $N$ .
4. Стеклографом провести линию, соединяющую фиктивную точку с от-меткой от истребителя.
5. Мысленно построить треугольник наведения (как для метода «Парал-лельное сближение») и определить примерную точку встречи.
6. Задать истребителю курс в эту точку.
7. Через некоторый промежуток времени мысленно провести линию, со-единяющую фиктивную точку  $N$ , с отметкой от истребителя. Если эта линия параллельна начальной, то задача наведения решена правильно.
8. Если линии не параллельны, то изменением курса или скорости истре-бителя добиваются выполнения условия пункта 7.

Если истребитель «обгоняет» фиктивную точку, то его доворачивают в сто-рону цели (или задают меньшую скорость), если отстает – отворачивают от це-ли (или задают большую скорость).

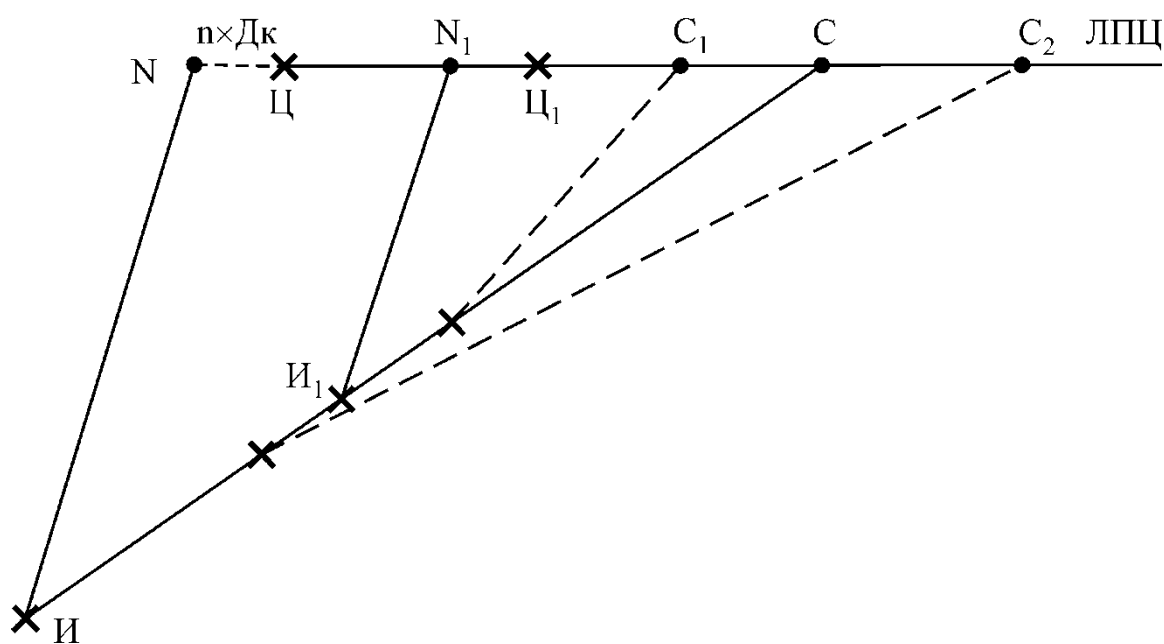


Рис. 4.6. Решение задачи наведения методом «Прямое сближение»  
глазомерным способом

### **§ 4.3. Возможность наведения на воздушную цель, превосходящую истребитель в скорости полета**

При наведении методом «Прямое сближение», если скорость истребителя меньше скорости цели ( $V_u < V_c$ ,  $n > 1$ ), (так же, как и при наведении методом «Параллельное сближение»), то сближение истребителя с целью возможно только тогда, когда он находится по отношению к цели в некоторой области, которая называется областью возможных сближений с целью.

Для определения области возможных сближений с целью при наведении методом «Прямое сближение» воспользуемся тем, что по отношению к фиктивной точке  $N$ , находящейся сзади цели на расстоянии  $n \times D_k$ , данный метод не отличается от метода «Параллельное сближение». Тогда, по аналогии, область возможных сближений с целью определяется соотношением:

$$|\sin \Psi'_u| \leq m,$$

т.е. встреча истребителя с целью возможна в тех случаях, когда курсовой угол истребителя относительно точки  $N$  не превышает критического, определяемого равенством

$$\sin \Psi'_{u_{кр}} = \pm m.$$

#### **Графическое построение области возможных сближений истребителя с целью при отсутствии у истребителя преимущества в скорости полета**

Область возможных сближений истребителя с целью при отсутствии у истребителя преимущества в скорости графически строится следующим образом (рис. 4.7):

1. От точки местоположения воздушной цели в направлении, противоположном направлению ее полета, отложить отрезок, равный  $n \times D_k$ . Конец отрезка обозначим  $N$  (фиктивная точка).
2. Из точки местоположения воздушной цели радиусом, равным  $D_k$ , провести окружность.

3. Из точки  $N$  (фиктивной точки) провести касательные к этой окружности. Область возможных сближений истребителя с воздушной целью будет находиться между этими касательными, исключая участок, находящийся левее дуги окружности, заключенной между точками касания.

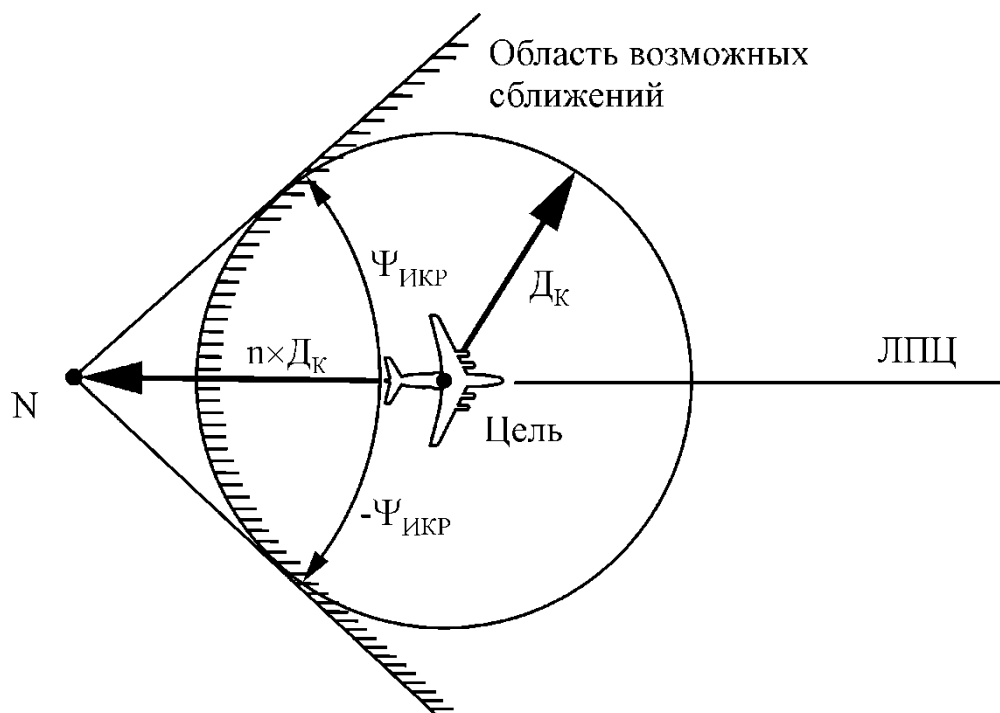


Рис. 4.7. Границы области возможных сближений с целью при отсутствии у истребителя преимущества в скорости

## § 4.4. Итоговая оценка метода наведения «Прямое сближение»

Прямолинейность траектории при наведении истребителя методом «Прямое сближение» позволяет осуществить перехват цели в кратчайшее время и на большом удалении от прикрываемых объектов. Прямолинейность траектории обеспечивает также упрощение техники пилотирования самолетом вследствие постоянства курса, отсутствия кренов и перегрузок.

Во время сближения истребителя с целью методом «Прямое сближение» курсовой угол цели постоянно уменьшается, что способствует надежности обнаружения цели бортовым радиолокационным прицелом или визуально.

При наведении этим методом создаются условия защиты от столкновения самолетов, так как истребитель выводится не в точку встречи с целью, а на некотором удалении от цели ( $D_k$ ).

Метод наведения «Прямое сближение» может быть использован при наведении на цели, превосходящие истребитель в скорости полета. Область возможных сближений для метода «Прямое сближение» несколько шире, чем для метода «Параллельное сближение».

Вывести истребитель с заданного направления при наведении методом «Прямое сближение» невозможно, поэтому он может применяться при наведении истребителей, имеющих всеракурсное вооружение. При наведении истребителей с невсеракурсным вооружением метод «Прямое сближение» применяется лишь на заключительном этапе наведения после предварительного вывода истребителя в заднюю полусферу цели либо в тех случаях, когда он оказался на попутно-пересекающихся курсах в начале наведения.

Как и метод «Параллельное сближение», метод «Прямое сближение» требует определения координат воздушной цели и истребителя и параметров их движения.

## § 4.5. Отработка практических навыков на тренажере

### УПРАВЛЕНИЕ ЭКИПАЖАМИ ПРИ ВЕДЕНИИ ОДИНОЧНОГО ВОЗДУШНОГО БОЯ НА СРЕДНИХ И БОЛЬШИХ ВЫСОТАХ С АТАКОЙ ВЦ МЕТОДОМ «ПРЯМОЕ СБЛИЖЕНИЕ»

(выполнение перехвата ВЦ методом наведения «Прямое сближение»)

(Упражнение № 7 (КБП ПУА ВВС 2000))

**Цель упражнения:** выработать навыки в выполнении НШР, в управлении экипажами при выполнении перехвата воздушной цели методом наведения «Прямое сближение» на средних и больших высотах, в управлении экипажами при наведении на не маневрирующую воздушную цель.

**Условия выполнения:** упражнение отработать при выполнении полетов на одиночный воздушный бой на средних и больших высотах методом наведения «Прямое сближение».

**Цель:** 1-МиГ-29,  $H = 1000-12000$  м,  $V = 700-1000$  км/ч.

**Перехватчик:** 1-МиГ-29,  $H = 1000-12000$  м,  $V = 850-1200$  км/ч.

**Пример** (Тот же, что в главе 3, § 3.10, за исключением –  $D_k$ )

Дано:  $Az_u = 290^\circ$ ,  $D_u = 140$  км,  $V_u = 600$  км/ч,  $K_u = 70^\circ$ ,  $H_u = 6000$  м;

$Az_u = 227^\circ$ ,  $D_u = 100$  км,  $V_u = 900$  км/ч,  $H_u = 5000$  м,  $D_k = 15$  км.

**Найти:** точку встречи  $C$ ,  $K_u$  в точку встречи.

### Порядок выполнения упражнения

Тот же, что и в главе 3, § 3.10.

### Порядок ведения радиообмена

Тот же, что в главе 3, до 5-го пункта включительно. Отличие состоит в том, что при наведении истребитель выводится на воздушную цель не в единую точку встречи  $C$ , а на некоторое удаление от цели, на расстояние  $D_k$ .



При этом курсовой угол воздушной цели  $\Psi_c$  постоянно уменьшается и стремится к 0, т.е. угол визирования на воздушную цель в процессе сближения уменьшается.

6. После выполнения маневра:

л-к: «401-й на курсе 25, высота 5000»

ОБУ: «401-го понял, установите ЗПС, дельта Н + 1, высота цели 6000»

6. После выхода на дальность включения БРЛС:

ОБУ: «401-му излучение, цель слева под 60, дальность 50, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

ОБУ: «401-й, цель слева под 45, дальность 40, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

7. После обнаружения летчиком цели на экране БРЛС или ТП.

л-к: «401-й цель вижу»

ОБУ: «401-й, цель слева под 30, дальность 30, выше 1000, работу разрешаю»

л-к: «401-й понял»

8. После захвата цели БРЛС или ТП:

л-к: «401-й, захват»

ОБУ: «401-й, слева под 15, дальность 20, после работы выход влево»

л-к: «401-й понял»

ОБУ: «401-й, цель по курсу, дальность 15, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

9. При выходе на дальность пуска ракеты:

л-к: «401-й, пуск, выхожу влево»

ОБУ: «401-й, влево до курса 180, высота 3000»

л-к: «401-й понял»

10. На рубеже передачи управления:

ОБУ: «401-й, режим УВД»

л-к: «401-й понял»

ОБУ по ГГС: «РБЗ, азимут 360, удаление 60, 401-й»

РБЗ по ГГС: «КП, 401-го наблюдаю, переводите»

ОБУ: «401-й, удаление 60, на стартовый (7-й канал)»

## Вопросы для самоконтроля

1. В чем сущность метода наведения «Прямое сближение»?
2. В чем отличие метода наведения «Прямое сближение» от метода «Параллельное сближение»?
3. В чем суть графического решения задачи наведения методом «Прямое сближение»?
4. В чем суть графического решения наведения методом «Прямое сближение» при полете истребителя навстречу воздушной цели?
5. В чем суть графического решения задачи наведения методом «Прямое сближение» при полете истребителя вдогон воздушной цели?
6. В чем заключается решение задачи наведения методом «Прямое сближение» инструментальным способом?
7. В чем заключается решение задачи наведения инструментальным способом с помощью масштабно-временных линеек на планшете наведения?
8. В чем особенность глазомерного способа решения задачи наведения методом «Прямое сближение»?
9. Какова возможность наведения на воздушную цель, превосходящую истребитель в скорости полета?
10. В чем суть графического построения области возможных сближений истребителя с целью, при отсутствии преимущества у истребителя в скорости полета?
11. Какова итоговая оценка метода наведения "Прямое сближение"?

## ГЛАВА 5. МЕТОД НАВЕДЕНИЯ «ПОГОНЯ»

### § 5.1. Сущность метода наведения «Погоня»

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. 5.1).

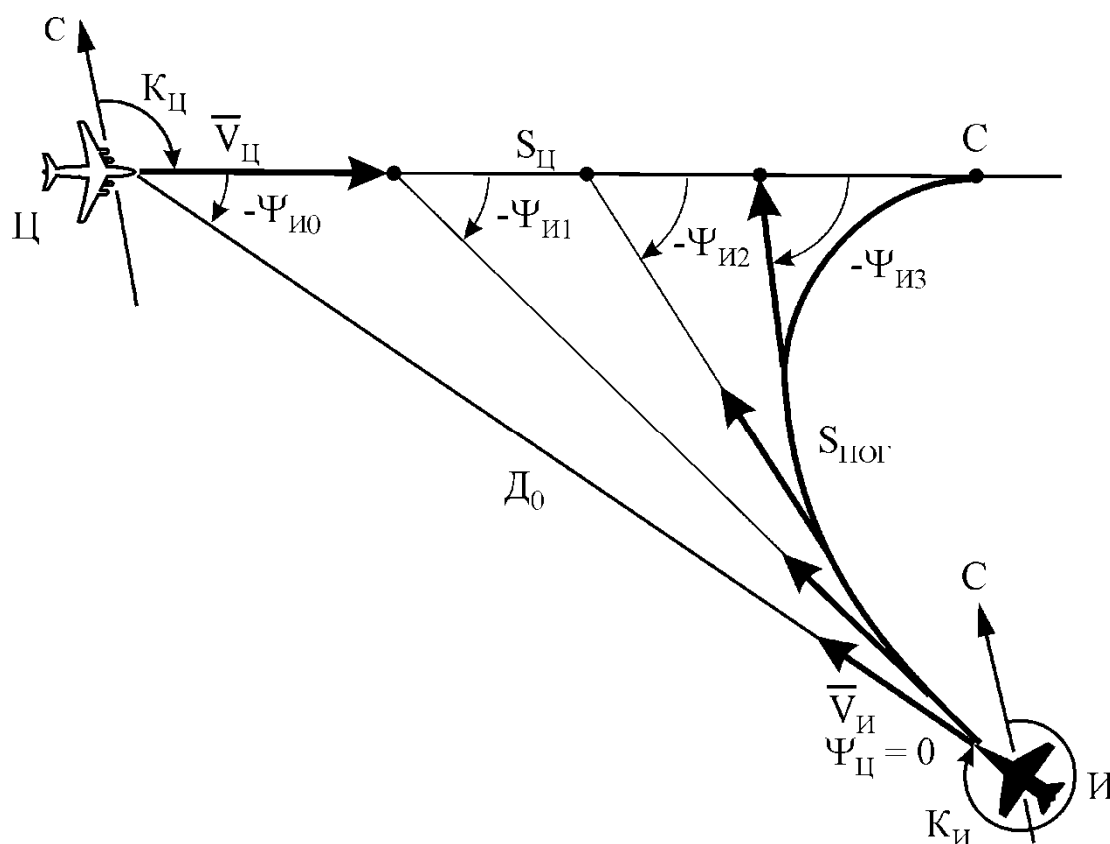


Рис. 5.1. Метод наведения «Погоня»

В этом случае курсовой угол цели равен нулю ( $\Psi_u = 0^\circ$ ). 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 ( $\Psi_u = 180^\circ$ ) и строго на встречу цели ( $\Psi_u = 0^\circ$ ) кривая погони превращается в прямолинейную траекторию, такую же, как при «Параллельном сближении» (рис. 5.2)

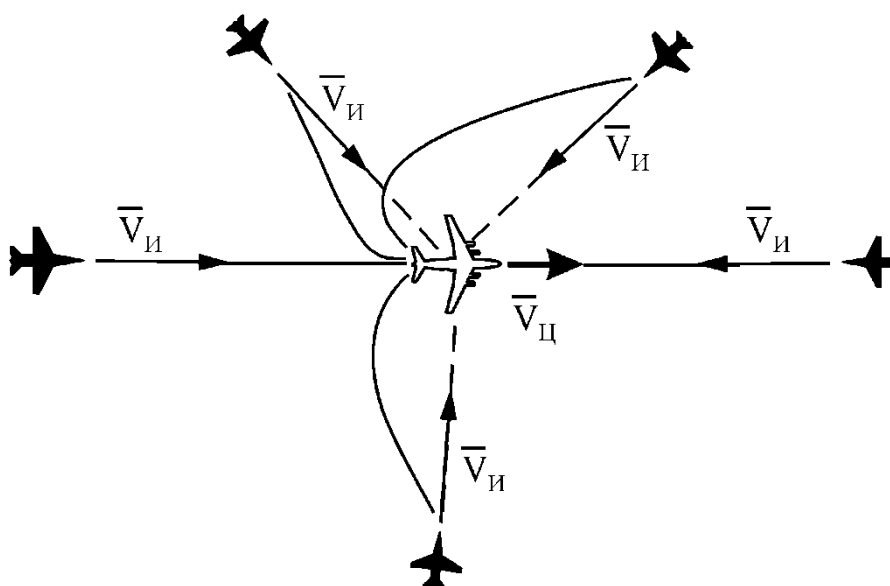


Рис. 5.2. Возможные траектории полета истребителя и углы (ракурсы) встречи с воздушной целью

## § 5.2. Способы решения задачи наведения

Сущность решения задачи наведения истребителя методом «Погоня», как и методами прямого наведения, состоит, главным образом, в определении курса полета истребителя, времени полета на воздушный бой и точки встречи истребителя с целью.

Полностью или частично задачу наведения можно решить аналитическим, графическим, инструментальным, глазомерным и автоматизированным способами.

### Аналитический способ решения задачи наведения

#### а) Определение курса полета истребителя

При полете по кривой погони курс истребителя должен быть равен пеленгу цели (рис. 5.1):

$$K_u = \Pi_{\psi}. \quad (5.1)$$

#### б) Определение времени полета истребителя

Время полета истребителя найдем, воспользовавшись дифференциальным уравнением (5.1).

При условии, когда цель не маневрирует ( $\omega_{\psi} = 0$ ), и при условии  $\Psi_{\psi} = 0^\circ$ , уравнение (5.1) примет вид

$$\Psi_u = \frac{V_{\psi}}{D} \cdot \sin \Psi_u. \quad (5.2)$$

Из этого уравнения представим дифференциал длины пути цели как

$$V_u \cdot dt = \frac{D d\Psi_u}{\sin \Psi_u}. \quad (5.3)$$

Уравнение (5.3) при условии ( $\omega_{\psi} = 0$ ,  $\Psi_{\psi} = 0$ ) примет вид

$$D = -V_{\psi} (m + \cos \Psi_u). \quad (5.4)$$

Из этого уравнения представим дифференциал длины пути цели как

$$V_u \times dt = \frac{D \cdot d}{m + \cos \Psi_u}. \quad (5.5)$$

Числитель и знаменатель правой части уравнения (5.3) помножим на  $\sin \Psi_u$ , а уравнения (5.5) – на  $m - \cos \Psi_u$ , получим

$$V_u \cdot dt = \frac{D \cdot \sin \Psi_u \cdot d\Psi_u}{\sin^2 \Psi_u} = \frac{(m \cdot \cos \Psi_u) dD}{m^2 - \cos^2 \Psi_u}.$$

Пользуясь свойством пропорций, вычтем из числителя и знаменателя первого отношения соответственно числитель и знаменатель второго отношения. Это позволяет записать

$$V_u \times dt = \frac{D \cdot \sin \Psi_u \cdot d\Psi_u - \cos \Psi_u dD + m dD}{1 - m^2} = \frac{d(D \cdot \cos \Psi_u) - m dD}{m^2 - 1}.$$

Выражение  $D \times \sin \Psi_u \times d\Psi_u - \cos \Psi_u \times dD$  представляет собой полный дифференциал произведения  $-D \times \cos \Psi_u$ .

Полученное уравнение проинтегрируем в пределах от  $\Psi_{u_0}$ ,  $D_0$  до  $\Psi_u$ ,  $D$ , получим

$$V_u \cdot t = \frac{D \cdot \cos \Psi_u - D_0 \cdot \cos \Psi_{u_0} - m(D - D_0)}{m^2 - 1},$$

откуда искомое время полета по кривой погони

$$t = \frac{D_0 \cdot (m - \cos \Psi_{u_0}) - D \cdot (m - \cos \Psi_u)}{V_u \cdot (m^2 - 1)}. \quad (5.6)$$

Если рассматривать время полета истребителя по кривой погони до момента встречи ( $D = 0$ ), то из формулы (5.6) получим

$$t = \frac{D_0 \cdot (m - \cos \Psi_{u_0})}{V_u \cdot (m^2 - 1)}. \quad (5.7)$$

## **в) Определение положения точки встречи истребителя с воздушной целью**

Зная время полета, найдем длину пути цели за время сближения с ней истребителя по кривой погони:

$$S_u = V_u \times t = D_0 \frac{m - \cos \Psi_{u_0}}{m^2 - 1},$$

что позволит определить точку встречи.

## **Графический способ решения задачи наведения**

Имея при себе простейшие приспособления, можно на планшете, ИКО или схеме легко построить траекторию полёта истребителя графическим способом.

Построение траектории истребителя (кривой погони) в неподвижной системе координат производится следующим образом (рис. 5.3):

1. По нескольким отметкам воздушной цели на планшете или ИКО определить курс и скорость её полёта.
2. Через отметку воздушной цели провести линию её пути.
3. Задаться достаточно малым промежутком времени, например, 20 или 30 с.
4. Линию пути воздушной цели разбить на участки длиной  $V_u \times \Delta t$ .
5. Последовательно откладывать приращения пути истребителя  $V_u \times \Delta t$  каждый раз в направлении на цель до тех пор, пока концы отрезков не совпадут (точка встречи – С).
6. Полученные точки соединяют плавной кривой, которую с некоторым приближением можно принять за кривую погони.
7. От полученной точки С измерить длину пути цели, а по скорости и длине её пути рассчитать время полета истребителя по кривой погони.



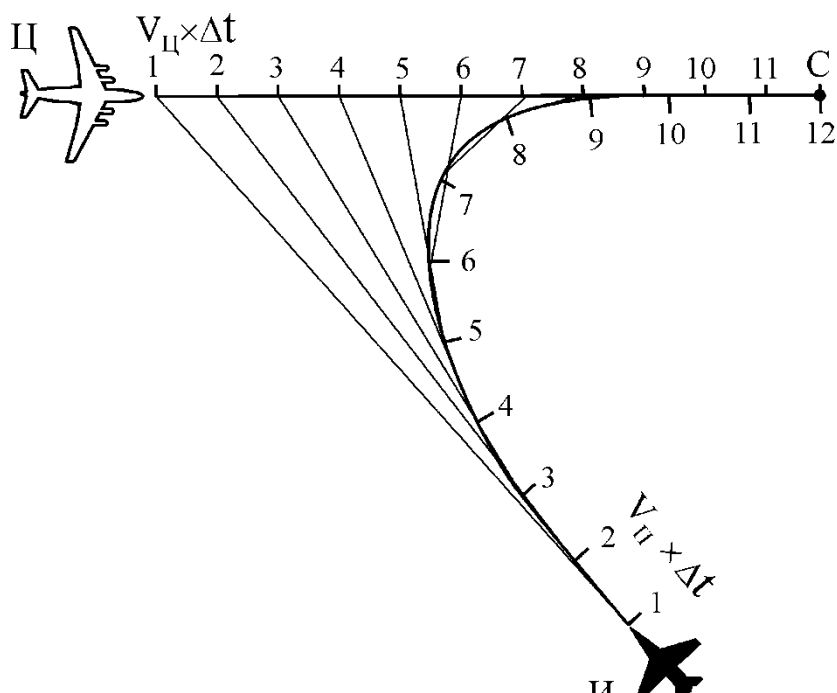


Рис. 5.3. Кривая погони в неподвижной системе координат

## Глазомерный способ решения задачи наведения

Глазомерный способ решения задачи наведения методом «Погоня» сводится только к определению курса истребителя. ОБУ после обнаружения отметки цели на экране ИКО глазомерно определяет курс на цель и задает его летчику. Дискретность выдачи команд на изменение курса истребителя зависит от взаимного положения цели и истребителя, от исходной дальности и относительной скорости сближения.

### **§ 5.3. Кривизна траектории и условия полета по кривой погони**

К важным характеристикам метода «Погоня» относится кривизна траектории, с которой связана возможность выполнения полета истребителя по кривой погони. При полете истребителя по кривой погони он постоянно будет находиться в развороте с переменными кренами и перегрузками.

Наличие области возможных сближений с целью для метода «Погоня» связано не с отсутствием у истребителя преимущества в скорости полета, как у других методов наведения, а с ограниченными маневренными возможностями.

Полет по кривой погони для истребителя выполним только до тех пор, пока радиус кривизны кривой будет не меньше допустимого радиуса разворота истребителя, обусловленного располагаемой перегрузкой. Иными словами, потребная угловая скорость при полете по кривой погони не должна превышать максимально допустимую угловую скорость истребителя.

#### **Область возможных сближений с целью**

Границы области возможных сближений представляют собой две окружности с  $R = 1/2n \times R_{мин}$ . Границы области легко построить, т.к. это уравнение является уравнением двух окружностей в полярных координатах, проходящих через воздушную цель (рис. 5.4).

Если истребители попадут внутрь этих окружностей, сближение с целью по кривой погони становится невыполнимым из-за недостатка располагаемых перегрузок.

В зависимости от того, как проходит траектория сближения по отношению к границам области, полет по кривой погони может быть выполнен полностью, т. е. до момента встречи, если истребители не входят внутрь окружностей (положение 1 на рис. 5.4).

Полет может быть выполнен лишь частично, т.е. до момента выхода истребителей на границы области (положение 2 на рис. 5.4). В этом случае, продолжая

разворот с максимально допустимым креном, истребители будут отставать от задаваемого курса и перейдут на другую сторону от цели. Данное наведение окажется сорванным, перехват цели в лучшем случае произойдет после повторного наведения.

Полностью и частично выполнимые кривые погони разделяются кривой, касающейся границы области возможных сближений (положение 3 на рис. 5.4). В точке касания  $A$  радиус кривизны  $\rho$  достигает минимального значения, поэтому данная точка находится под курсовым углом  $\Psi_{мин}$ .

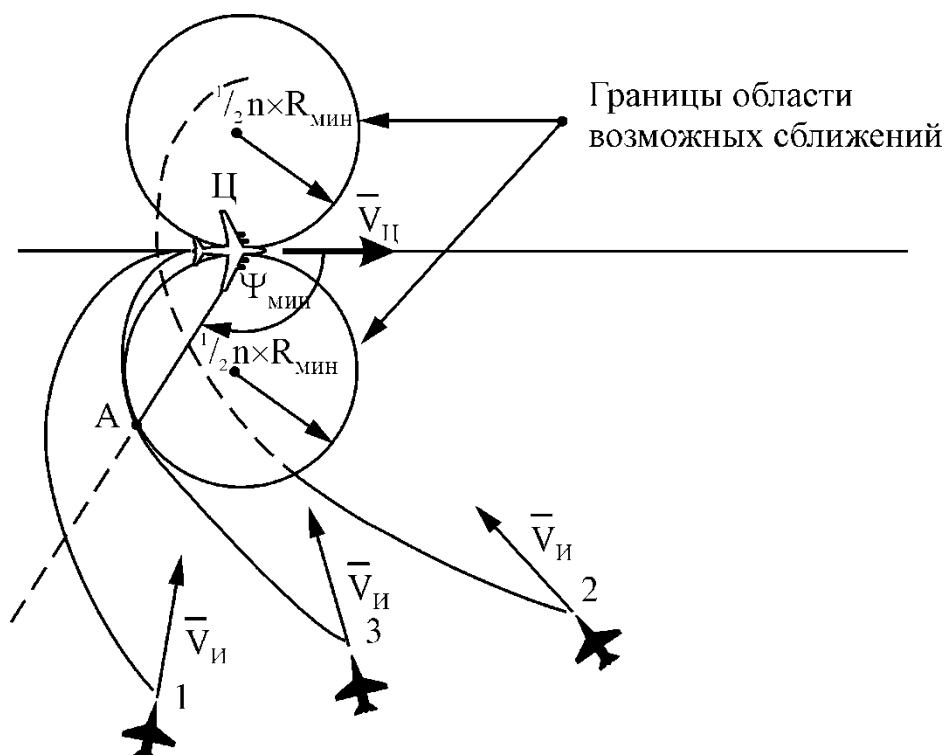


Рис. 5.4. Границы области возможных сближений в полярных координатах, проходящих через воздушную цель и траектории сближения истребителя с целью по отношению к границам этой области

Если истребитель находится под курсовым углом, меньшим  $\Psi_{мин}$ , то в процессе сближения с воздушной целью по кривой погони его угловая скорость и угол крена постепенно увеличиваются. Если же курсовой угол истребителя больше  $\Psi_{мин}$ , угловая скорость и угол крена постепенно уменьшаются. Однако так происходит только при отношении скоростей  $m < 2$ . При  $m > 2$  происходит непрерывный рост потребной угловой скорости разворота, причем при  $m > 2$  –

до заведомо не выполнимых значений. Понятно, что в последнем случае выход истребителя на цель (столкновение с ней) принципиально невозможен.

### **Влияние маневра воздушной цели скоростью на траекторию полета истребителя**

Увеличение скорости полета цели (уменьшение отношения скоростей –  $m$ ) приводит к росту времени сближения с целью и, следовательно, к более позднему ее уничтожению. Значительный рост скорости цели, когда  $m < 1$ , может вообще исключить применение метода «Погоня» для наведения истребителей.

Если для сохранения соотношения скорость истребителя также увеличить, возможности сближения с целью по кривой погони все же ухудшаются вследствие возрастания располагаемого радиуса разворота и сокращения размеров области возможных сближений.

Значительное уменьшение скорости цели, когда  $m > 2$ , может также затруднить выход на цель по кривой погони, если система вооружения истребителей не позволяет обнаружить и атаковать цель на достаточной дальности.

### **Влияние маневра воздушной цели курсом на траекторию полета истребителя**

Вместе с целью, при ее маневре курсом, как единое целое вращается и область возможных сближений, границы которой не зависят от угловой скорости воздушной цели.

По отношению к границам этой области, как отмечалось ранее, можно различать выполнимые кривые погони, выводящие истребитель на границы области.

Кроме выполнимых и частично выполнимых кривых различают разделяющие их кривые погони (кривые 2, 5) (рис. 5.5).

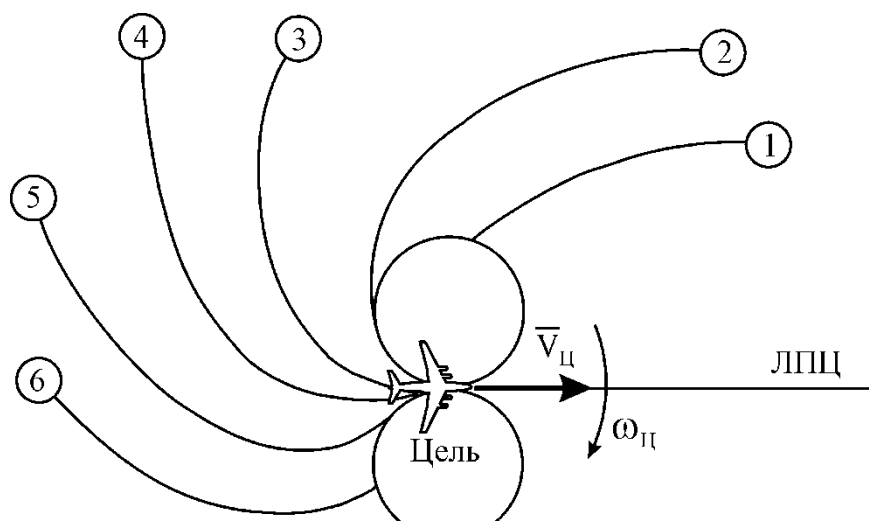


Рис. 5.5. Различные кривые погони по отношению к границам области возможных сближений

Разделяющих кривых две. Одна из них касается окружности, лежащей справа от цели, а другая примыкает к окружности, лежащей слева от воздушной цели. Эти касательные (разделяющие) кривые образуют как бы два «канала», которые позволяют вывести истребитель на маневрирующую цель.

В связи с этим мерой противодействия маневру цели курсом, как и для других методов наведения, является одновременное наведение на цель истребителей с разных сторон.

Если маневр цели выведет из области возможных сближений одного из истребителей, то этот же маневр не мешает другому истребителю сблизиться с целью и атаковать ее. Маневр цели против одиночного истребителя не будет эффективным, если он окажется в участке пространства, принадлежащем обоим «каналам», который называют областью неэффективного маневрирования цели.

Таких областей две (рис. 5.6): одна из них находится в ЗПС цели и примыкает непосредственно к ней, другая область находится впереди цели.

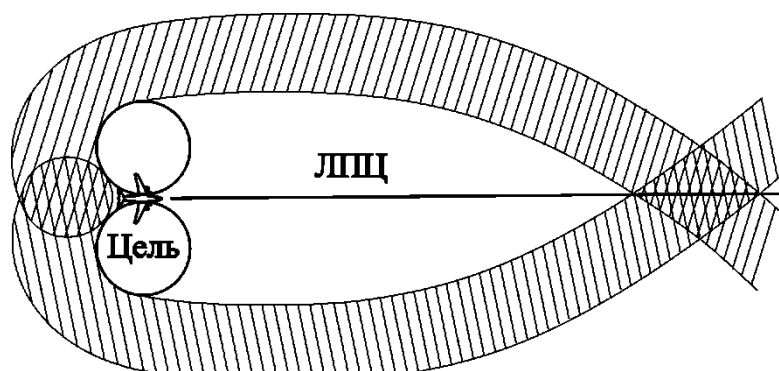


Рис. 5.6. «Каналы», позволяющие вывести истребитель на маневрирующую цель

Задача наведения на маневрирующую цель состоит в выводе истребителей в эту область. Если цель предпринимает маневр при нахождении истребителей в этой области, такой маневр можно квалифицировать как тактически неграмотный.

## § 5.4. Погоня с упреждением (отставанием)

Если наведение истребителей осуществляется с постоянным курсовым углом цели  $\Psi_u \neq 0$ , когда вектор скорости  $\bar{V}_u$  направлен вперед цели, то такой метод называется методом «Погоня с упреждением», а если вектор скорости  $\bar{V}_u$  направлен назад от цели – методом «Погоня с отставанием» (рис. 5.7).

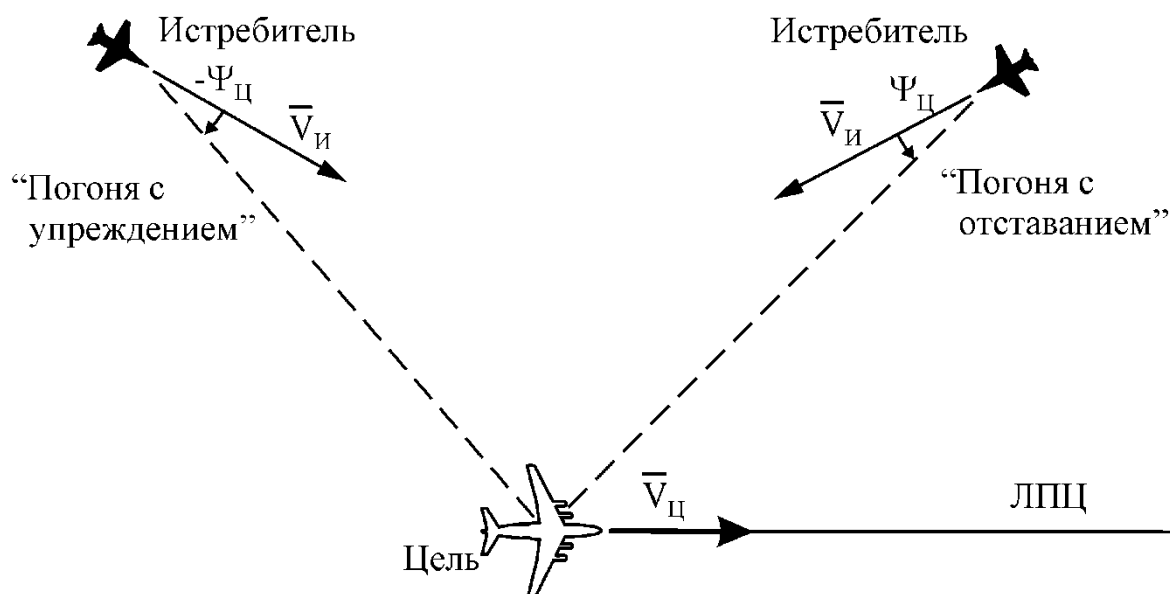


Рис. 5.7. Наведение методом «Погоня с упреждением» (отставанием)

Наведение методом «Погоня с упреждением» также возможно лишь при наличии у истребителя преимущества в скорости полета. Курс истребителя при наведении методом «Погоня с упреждением» должен постоянно отличаться от пеленга цели на величину этого упреждения

$$K_u = \Pi_u + \Psi_u.$$

Полное время полета до встречи, когда  $D \neq 0$ , выражается как

$$t = D_0 \cdot \frac{m - \cos(\Psi_{u_0} + \Psi_u)}{V_u \cdot (m^2 - 1) \cos \Psi_u}.$$

Потребная угловая скорость разворота истребителей на траектории определяется как

$$\omega_u = \frac{V_u}{D} \cdot (\sin \Psi_u + m \sin \Psi_u).$$

Значения  $\omega_u = 0$  ( $\beta = 0$ ) имеют место на направлениях выхода на цель впереди и сзади цели.

При прочих равных условиях для полета с упреждением требуются меньшие угловые скорости (углы крена), чем для полета с отставанием.

Радиус кривизны траектории истребителей получим с помощью выражения

$$\rho = \frac{V_u}{\omega_u} = \frac{mD}{\sin \Psi_u + m \sin \Psi_{\text{ц}}}.$$

Исследования радиуса кривизны показывают, что для погони с упреждением (отставанием) случаи затруднения в выходе истребителей на цель из-за недостатка располагаемой перегрузки имеют место при меньших значениях соотношения скоростей ( $m$ ), чем при погоне без упреждения.

Небольшие углы упреждения используются при наведении на маневрирующие цели.

Большие углы упреждения используются для того, чтобы уменьшить величину радиальной составляющей скорости сближения с целью, являющейся носителем бортовой РЛС, использующей доплеровский эффект, и обеспечить тем самым скрытое сближение с такой целью (нахождение в «слепом» секторе БРЛС).



## § 5.5. Итоговая оценка метода наведения «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.

## § 5.6. Отработка практических навыков на тренажере

### УПРАВЛЕНИЕ ЭКИПАЖАМИ ПРИ ВЕДЕНИИ ОДИНОЧНОГО ВОЗДУШНОГО БОЯ НА СРЕДНИХ И БОЛЬШИХ ВЫСОТАХ С АТАКОЙ ВЦ МЕТОДОМ «ПОГОНЯ»

(выполнение перехвата ВЦ методом «Погоня»)

Упражнение № 7 (КБП ПУА ВВС 2000)

**Цель упражнения:** выработать навыки в выполнении НШР, в управлении экипажами при ведении одиночного воздушного боя (выполнении перехвата воздушной цели) на средних и больших высотах с атакой воздушной цели методом «Погоня», в управлении экипажами при наведении на маневрирующую по курсу воздушную цель.

**Условия выполнения:** упражнение отработать при выполнении полетов на одиночный воздушный бой (перехват воздушной цели) на средних и больших высотах.

**Цель:** 1-МиГ-29,  $H = 6000$  м,  $V = 700-1000$  км/ч, маневрирует по курсу.

**Перехватчик:** 1-МиГ-29,  $H = 5000$  м,  $V = 850-1200$  км/ч.

**Пример** (рис. 5.8)

Дано:  $Az_u = 280^\circ$ ,  $D_u = 150$  км,  $V_u = 600$  км/ч,  $K_u = 90^\circ$ ,  $H_u = 6000$  м;

$Az_u = 280^\circ$ ,  $D_u = 50$  км,  $V_u = 900$  км/ч,  $H_u = 5000$  м.

Найти: точку встречи  $C$ ,  $K_u$  в точку встречи.

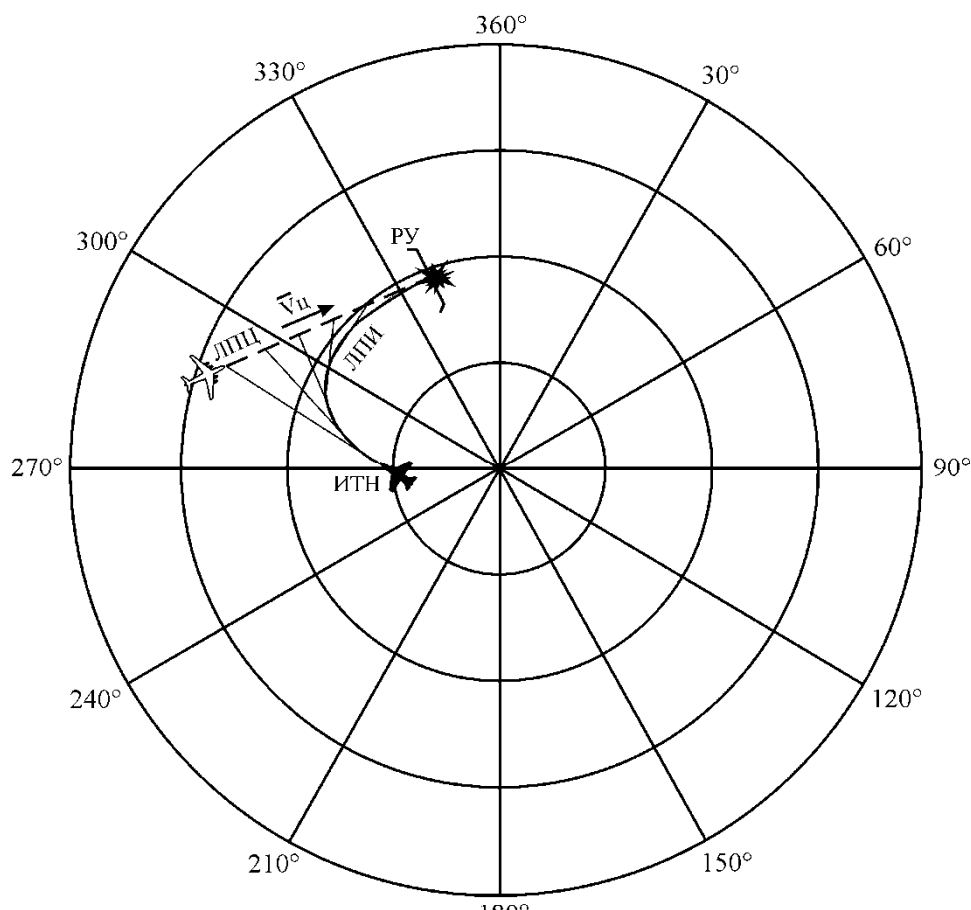


Рис. 5.8. Схема наведения истребителя на цель методом «Погоня» глазомерным способом на ИКО РЛС

### Порядок выполнения упражнения

1. Команду на запуск перехватчика дает ОБУ КП.
2. Выруливание и взлет по команде РП.
3. Прием управления от РБЗ РДЗ (ОБУ КП) осуществляет на  $D=60-75$  км.
4. После доклада летчика о переходе на канал наведения ОБУ КП задает ему курс на воздушную цель, высоту с превышением (принижением) 500-1000 м относительно цели, скорость, превышающую скорость цели на 150-300 км/ч.
5. ОБУ КП подает команды летчику на изменение курса полёта с необходимой дискретностью. Дискретность выдачи команд на изменение курса истребителя зависит от взаимного положения цели и истребителя, от исходной дальности и относительной скорости сближения.
6. После уменьшения дальности между истребителем и воздушной целью до дальности включения БРЛС ОБУ подает команду летчику на включение БРЛС на излучение и выдаёт информацию о положении цели относительно перехватчика.

## 7. Цель маневрирует, перехватчик на средних дальностях от цели:

– при маневрировании цели на перехватчика, следует увеличить крен разворота перехватчика до предельного и продолжать выполнение разворота и проинформировать летчика о характере манёвра цели и о положении цели относительно перехватчика;

– если воздушная цель начинает маневр в сторону от перехватчика, следует уменьшить крен и проинформировать летчика о характере манёвра цели и о положении цели относительно перехватчика.

## 8. Перехватчик обнаружил воздушную цель по БРЛС:

– цель маневрирует вправо (влево), ОБУ КП информирует летчика о характере маневра цели;

– с дальности захвата информация летчику выдается через каждый оборот антенны РЛС, при этом ОБУ осуществляет постоянный контроль за высотой перехватчика и цели, подсказывает летчику безопасную сторону выхода после выполнения атаки;

– после доклада летчика о выполнении задания ОБУ задает ему курс выхода из атаки (курс на аэродром посадки);

– передача управления РБЗ и перевод перехватчика на стартовый канал осуществляется на установленном рубеже, при этом указывается позывной летчика и координаты перехватчика (азимут, дальность, высота).

## Порядок ведения радиообмена

### 1. При приеме управления:

РБЗ по ГТС: «КП, азимут 270, дальность 50, с курсом 290, 401-й»

ОБУ по ГТС: «401-го вижу, на 6-ой»

РБЗ: «401-й, переход на 6-ой»

л-к: «401-й понял»

### 2. На канале наведения:

л-к: «401-й на 6-ом, с курсом 290, высота 2, к работе готов»

ОБУ: «401-му курс 300, высота 5000, скорость 900, 2 мин»

л-к: «401-й понял, высота 5000»

### 3. После выполнения маневра:

л-к: «401-й на курсе 300, высота 5000, скорость 900»

ОБУ: «401-го понял»

ОБУ: «401-й, установите ЗПС, дельта Н + 1, высота цели 6000»

л-к: «401-й понял»

### 4. После выхода на дальность включения БРЛС:

ОБУ: «401-му излучение, цель по курсу, дальность 50, выше 1000»

л-к: «401-й понял, высота 5000»

ОБУ: «401-му курс 310, цель по курсу 45, выше 1000»

л-к: «401-й понял, выполняю»

### 5.1. Перехватчик на средних дальностях от цели. Цель маневрирует **вправо**:

ОБУ: «401-й, цель маневрирует вправо, крен 60 до курса 60»

л-к: «401-й понял, высота 5000»

ОБУ: «401-й, цель справа под 15, дальность 40, высота цели 6000»

л-к: «401-й понял»

### 5.2. Перехватчик на средних дальностях от цели. Цель маневрирует **влево**:

ОБУ: «401-й, цель маневрирует влево, крен 30 до курса 300»

л-к: «401-й понял»

ОБУ: «401-й, цель слева под 10, дальность 40, высота цели 6000»

### 6. После обнаружения летчиком цели на экране БРЛС или ТП:

л-к: «401-й, цель вижу»

ОБУ: «401-й, дальность 30, выше 1000, работу разрешаю»

л-к: «401-й понял, высота 5000»

ОБУ: «401-й, цель по курсу, дальность 25, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

### 7. Цель маневрирует вправо (влево):

ОБУ: «401-й, цель маневрирует вправо (влево), высота цели 6000»

л-к: «401-й понял, высота 5000»

### 8. После захвата цели на экране БРЛС или ТП:

л-к: «401-й, захват, высота 5000»

ОБУ: «401-й, дальность 10, выше 1000, после работы выход вправо»

л-к: «401-й понял»

ОБУ: «401-й, цель по курсу, дальность 8, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

9. При выходе на дальность пуска ракеты:

л-к: «401-й, пуск, выхожу вправо»

ОБУ: «401-й, вправо на курс 170, высота 3000»

л-к: «401-й понял»

10. На рубеже передачи управления:

ОБУ: «401-й, режим УВД»

л-к: «401-й понял»

ОБУ по ГГС: «РБЗ, азимут 10, удаление 60, 401-й»

РБЗ по ГГС: «КП, 401-го наблюдаю, переводите»

ОБУ: «401-й, удаление 60, на стартовый (7-й канал)»

### **Меры безопасности предусматривают:**

- контроль местоположения каждого самолета, находящегося на управлении;
- управление осуществлять только при устойчивой двусторонней связи;
- недопущение слияния меток на ИКО РЛС;
- контроль остатка топлива на самолетах, находящихся на управлении;
- подачу команды на выход из атаки на дальности 4 км (нет обнаружения цели по РЛПК), 2 км (нет визуального обнаружения цели);
- эшелонирование на высотах 1000-8000 м через 500 м, на высотах 8000-12000 м – через 1000 м.

### **Выполнение задания необходимо запретить:**

- при отсутствии устойчивой двухсторонней радиосвязи с экипажем;
- при отказе средств управления и невозможности использовать другие средства;
- при неисправности на самолете системы государственного опознавания;
- при подаче экипажем сигнала «Бедствие»;
- при отказе или неустойчивой работе бортовых систем самолета (по докладу летчика);

- при нарушении экипажем порядка выполнения полетного задания, мер безопасности или невыполнения команд;
- при минимальном остатке топлива на самолете, установленном для возвращения на аэродром посадки;
- при возникновении ОСП,
- во всех случаях по команде РП, РДЗ, проверяющих лиц или инструктора.

## Вопросы для самоконтроля

1. В чем сущность метода наведения «Погоня»?
2. Каковы возможные траектории полета истребителя и углы (ракурсы) встречи с воздушной целью?
3. В чем суть построения траектории полета истребителя по кривой погони графическим способом?
4. В чем заключается глазомерный способ решения задачи наведения?
5. От чего зависит кривизна траектории и условия полета истребителя по кривой погони?
6. В чем заключается построение области возможных сближений с целью методом наведения «Погоня»?
7. Каково влияние маневра воздушной цели скоростью на траекторию полета истребителя?
8. Каково влияние маневра воздушной цели курсом на траекторию полета истребителя?
9. В чем суть принципа построения «каналов», позволяющих вывести истребитель на маневрирующую цель?
10. В чем суть наведения методом «Погоня с упреждением» (отставанием)?
11. Назовите положительные и отрицательные свойства метода наведения «Погоня».



## ГЛАВА 6. МЕТОД НАВЕДЕНИЯ «ТРЕХТОЧЕЧНЫЙ»

Метод наведения «Трехточечный» относится к методам наведения, траектория которых представляет собой некоторую кривую. Как и любой метод наведения он имеет свои достоинства и недостатки. В отличие от всех остальных методов наведения для его использования не обязательно знать параметры полета цели и истребителя и даже одну координату – дальность, что дает возможность применять этот метод для наведения истребителей на постановщиков активных помех.

### § 6.1. Сущность метода наведения «Трехточечный»

Сущность метода наведения «Трехточечный» заключается в том, что командами наведения истребитель непрерывно удерживается в вертикальной плоскости, проходящей через воздушную цель и РЛС. Проекция истребителя, воздушной цели и РЛС находятся на одной линии или на луче.

Метод наведения «Трехточечный» будем рассматривать в полярной системе координат, полюс которой совпадает с РЛС, а полярная ось параллельна линии пути цели и направлена навстречу ее движению.

В точке  $O$  (рис. 6.1) расположена РЛС, в точке  $I$  – истребитель, в точке  $C$  – воздушная цель.

Угол между полярной осью и направлением на воздушную цель обозначим как угол  $\Theta$ . В начале наведения этот угол обозначим  $\Theta_0$ , а в точке встречи истребителя с целью –  $\Theta_k$ .

Приступая к изучению этого метода, будем полагать, что координаты воздушной цели:  $Az_c$ ,  $D_c$ , ее курс, скорость полета и курсовой параметр  $Z$  известны. Это позволит проанализировать основные свойства и особенности метода «Трехточечный».

При наведении этим методом истребитель движется по трехточечной кривой, все время, находясь в развороте и постепенно отворачивая от цели (курсовой угол цели ( $\Psi_u$ ) постоянно увеличивается).

Если радиолокационная станция расположена на аэродроме вылета, в начале наведения, когда  $D_u = 0$ , то метод по своим свойствам близок к методу «Погоня», поскольку при этом курсовой угол воздушной цели равен нулю.

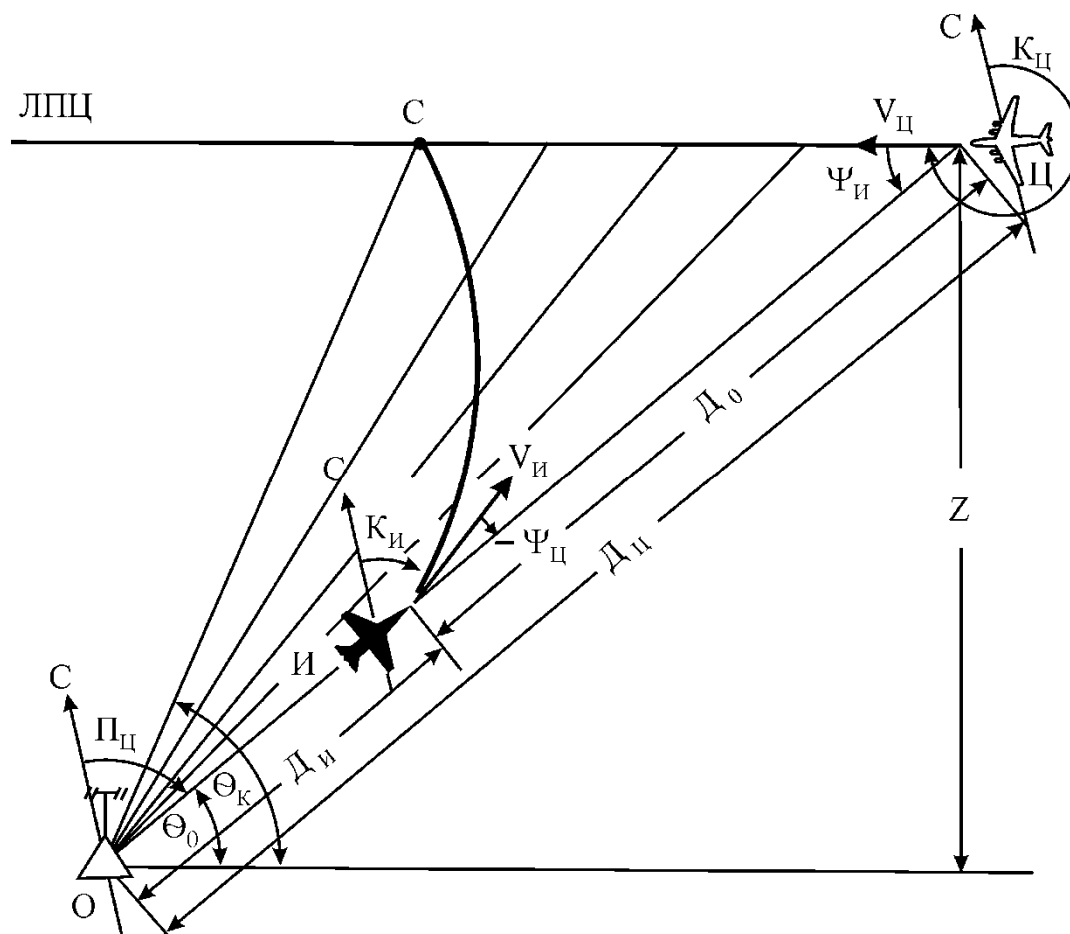


Рис. 6.1. Положение истребителя, цели и РЛС при наведении методом «Трехточечный»

Увеличение курсового угла цели ( $\Psi_u$ ), при полете истребителя по трехточечной кривой, приводит к ухудшению условий обнаружения ее истребителем, поскольку с ростом  $\Psi_u$  воздушная цель может выйти из зоны обзора его бортовых средств. Увеличение курсового угла воздушной цели создает трудности для ее обнаружения истребителем, если конечная величина  $\Psi_{u_k}$  близка к угловой ширине зоны обзора бортового радиолокационного прицела или превосходит ее.

Для осуществления наведения достаточно удерживать истребитель на азимутальном луче, соединяющем РЛС и воздушную цель, путем подачи команд на выполнение доворотов. При этом знание дальности до воздушной цели не обязательно.

При малых начальных полярных углах встреча истребителя с воздушной целью происходит на встречно-пересекающихся курсах, до подхода воздушной цели к траверзу РЛС.

При этом чем больше число  $m$ , тем больше удаление точки встречи. С увеличением начального полярного угла встреча происходит на пересекающихся и попутно-пересекающихся курсах. При этом чем меньше число  $m$ , тем дальше происходит встреча за траверзом РЛС.

## § 6.2. Способы решения задачи наведения

Сущность решения задачи наведения методом «Трехточечный» различными способами заключается в основном в определении курса истребителя, времени полета истребителя на перехват и положения точки встречи истребителя с воздушной целью.

Для решения задачи наведения применяются следующие способы:

- аналитический;
- графический;
- инструментальный;
- глазомерный.

### Аналитический способ решения задачи наведения

Сущность способа заключается в определении искомых величин (курса, времени, положения точки встречи истребителя с целью) путем математических вычислений.

#### Определение курса полета истребителя

Если движение истребителя начинается от радиолокационной станции, первоначальный курс его полета равен пеленгу ВЦ:

$$K_u = \Pi_u,$$

т. к. истребитель уже находится в луче цели и в начальный момент должен следовать вдоль этого луча.

При дальнейшем движении истребителя по трехточечной кривой курс его полета можно определить по пеленгу ВЦ и ее курсовому углу:

$$K_u = \Pi_u + \Psi_u.$$

Курсовой угол воздушной цели определяется из соотношения

$$\sin \Psi_u = \frac{1}{m} \times \sin \Theta \times \frac{D_u}{D_u}.$$

Определив, после ввода в луч, координаты истребителя ( $Az_u, D_u$ ) и воздушной цели ( $Az_u, D_u$ ), с помощью формул можно рассчитать курс полета истребителя по трехточечной кривой.

### Расчет времени полета истребителя

Время полета истребителя до точки встречи можно определить, воспользовавшись рис. 6.2.

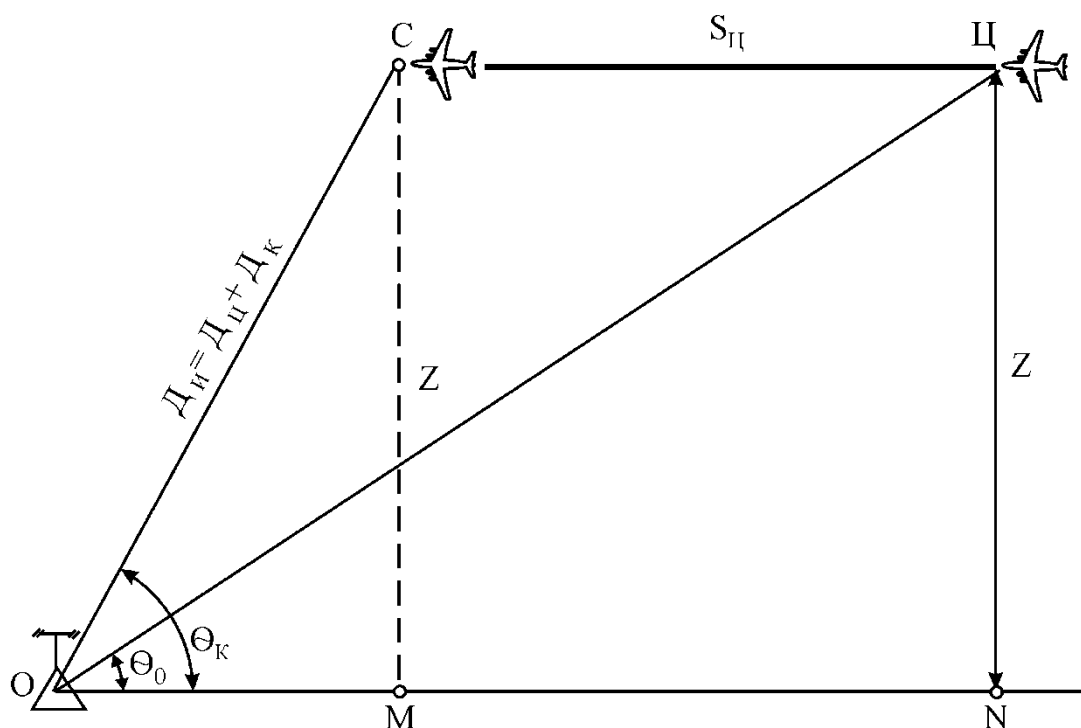


Рис. 6.2. Положение цели на начальном и конечном этапе наведения

Из условия баланса времени при рассмотрении методов наведения, имеем:

$$t_u = t_u = \frac{S_u}{V_u};$$

$$S_u = |ON| - |OM|;$$

$$\text{из } \triangle OЦN \rightarrow |ON| = Z \times \operatorname{ctg} \Theta_0;$$

$$\text{из } \triangle OCM \rightarrow |OM| = Z \times \operatorname{ctg} \Theta_\kappa.$$

откуда

$$S_u = Z (ctg\Theta_0 - ctg\Theta_k).$$

Окончательно получим:

$$t = \frac{Z \cdot (ctg\Theta_0 - ctg\Theta_k)}{V_u}.$$

Значение начального полярного угла  $\Theta_0$ , скорость цели и значение курсового параметра  $Z$  ОБУ может определить на ИКО РЛС, значение  $\Theta_k$  определяется с использованием графика конечных полярных углов, который имеет вид:

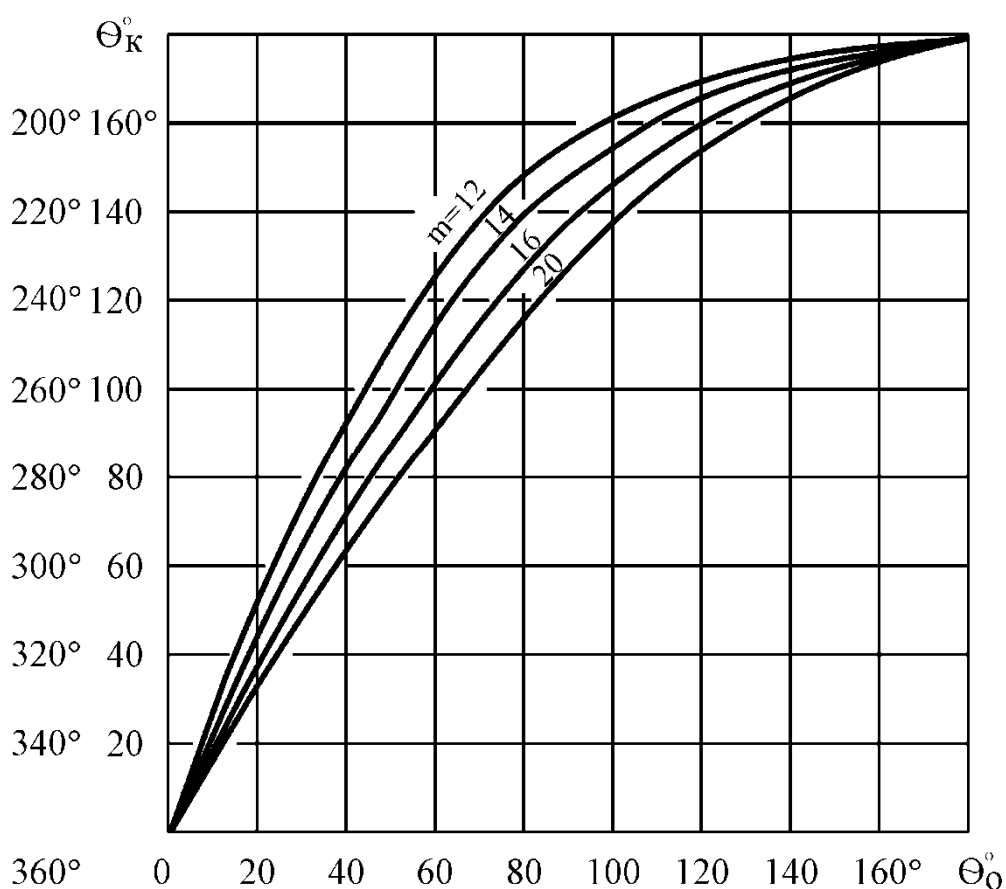


Рис. 6.3. График конечных полярных углов

Конечный полярный угол  $\Theta_k$  определяется по известным начальному полярному углу  $\Theta_0$  и отношению скоростей истребителя и воздушной цели

$$m = \frac{V_u}{V_c}.$$

## Графический способ решения задачи наведения

Сущность графического способа решения задачи наведения заключается в определении искомых величин ( $K_u$ ,  $t$ , положения точки встречи  $C$ ) путем геометрического построения трехточечной кривой. Графически задачу наведения можно решить способом конечных приращений (рис. 6.4).

### Порядок решения задачи

1. Определить параметры полета воздушной цели и провести линию ее пути (ЛПЦ).
2. Задать небольшой промежуток времени  $\Delta t$  и определить путь цели и истребителя за это время.
3. Разбить линию пути цели на отрезки  $\Delta S_u = V_u \times \Delta t$ .
4. Произвести оцифровку концов отрезков цифрами (1, 2, 3, 4 и т.д.) и их концы соединить с точкой местоположения радиолокационной станции.
5. Последовательно, начиная от точки ввода истребителя в луч, соединяющий точки местоположения РЛС и воздушной цели ( $I$ ), откладывать отрезки его пути  $\Delta S_u = V_u \times \Delta t$  от луча к лучу.
6. Соединить полученные точки  $I$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  и т.д. плавной кривой, которую с некоторым приближением можно считать трехточечной кривой.
7. Точка пересечения трехточечной кривой с ЛПЦ дает точку встречи истребителя с целью.
8. По известному пути и скорости цели определить время полета на перехват.

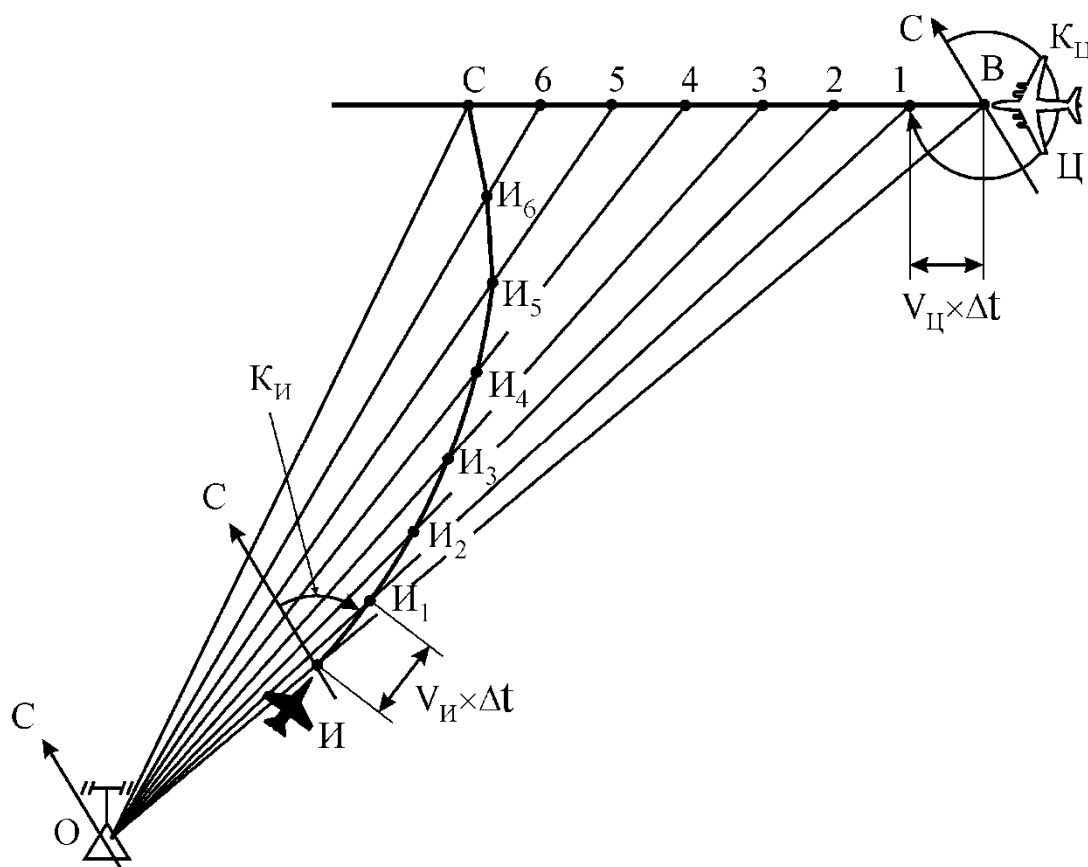


Рис. 6.4. Графическое построение трехточечной кривой

## Инструментальный способ решения задачи наведения

Инструментальным способом задача наведения может быть решена на столе-планшете с помощью построителя и графика конечных полярных углов, при условии, когда движение истребителя начинается от РЛС, когда  $D_u = 0$ .

Построитель представляет собой азимутальный лимб с вращающейся относительно его центра масштабной линейкой.

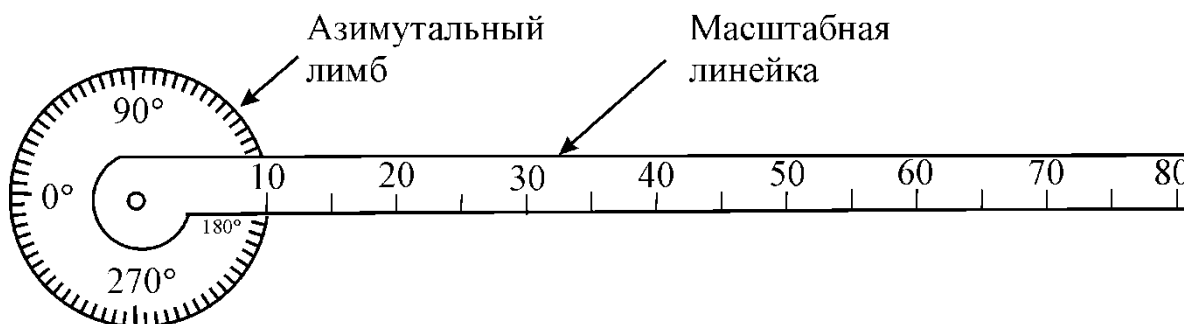


Рис. 6.5. Построитель



Для решения задачи наведения с использованием построителя необходимо:

- определить параметры полета воздушной цели и провести линию ее пути;
- привести местоположение воздушной цели на планшете к моменту отхода истребителя от РЛС;
- с помощью транспортира измерить начальный полярный угол  $\Theta_0$ ;
- по известным скорости воздушной цели и истребителя определить отношение их скоростей

$$m = \frac{V_u}{V_c};$$

- по начальному полярному углу и отношению скорости с помощью графика полярных углов (рис. 6.3) определить конечный полярный угол  $\Theta_k$ ;
- наложить азимутальный лимб построителя делением 0-180° на линию пути цели, развернуть масштабную линейку на угол  $\Theta_k$ , и передвигать его вдоль этой линии до тех пор, пока рабочая сторона линейки, установленная на конечный полярный угол, не пройдет через РЛС;
- положение центра азимутального лимба дает точку встречи на планшете;
- если истребитель вошел в луч вблизи РЛС, первоначальный курс полета истребителя определяется на планшете как угол между северным направлением меридиана, проходящего через РЛС, и направлением на цель ( $K_u = P_u$ );
- определить время полета истребителя и цели до точки встречи по известным пути и скорости цели

$$t = \frac{S_u}{V_u}.$$

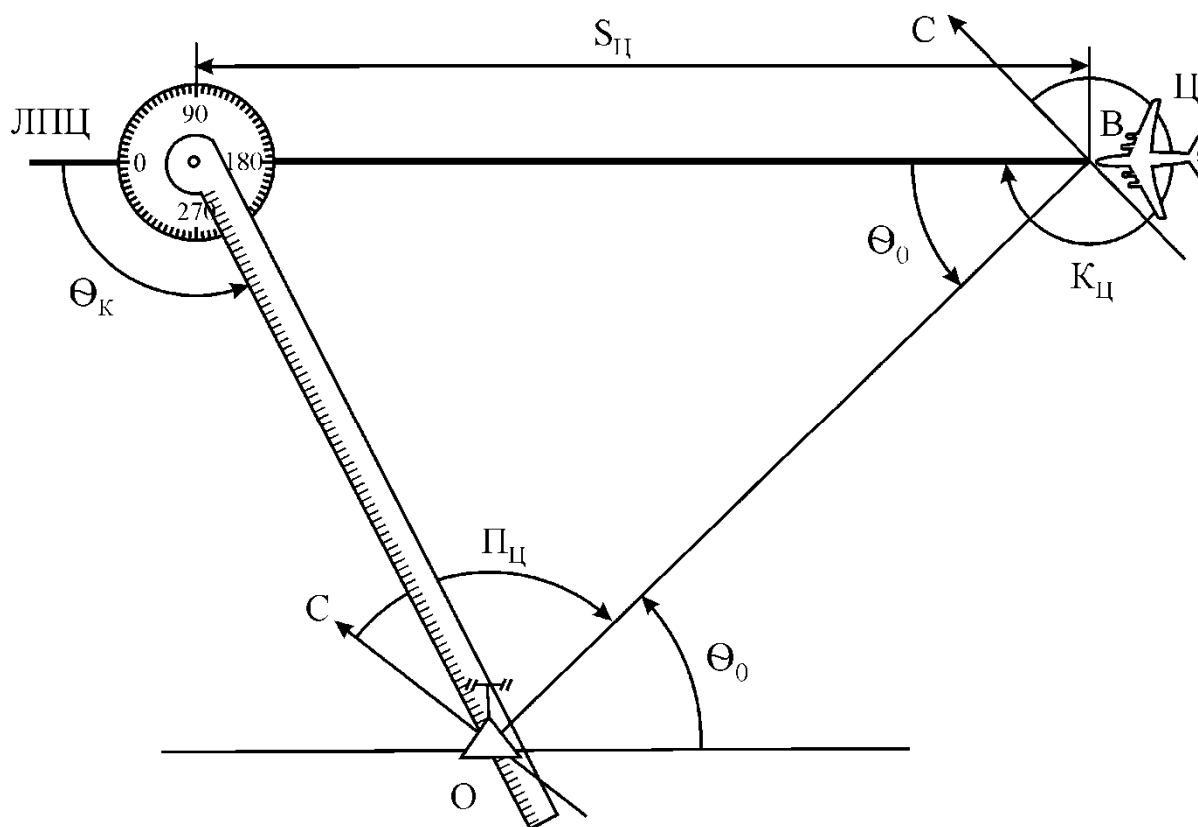


Рис. 6.6. Определение точки встречи с помощью построителя

## Глазомерный способ решения задачи наведения

Глазомерный способ решения задачи наведения заключается в том, что ОБУ, имея на ИКО РЛС линию пеленга воздушной цели, выводит истребитель на эту линию и подачей команд на изменение курса удерживает истребитель на этой линии.

### § 6.3. Влияние маневра цели на решение задачи наведения методом «Трехточечный»

Если воздушная цель маневрирует направлением полета, истребитель должен выполнить ответный маневр, который приведет к изменению его угловой скорости на трехточечной траектории.

Построить трехточечную траекторию истребителя при маневре цели курсом можно графически по тем же правилам, что описаны выше при построении трехточечной траектории истребителя при наведении на воздушные цели, скорость которых не превышает скорости истребителей (рис. 6.7).

Не получая соотношения между угловыми скоростями маневрирующей воздушной цели и наводимого на нее методом «Трехточечный» истребителя, проведем некоторые рассуждения.

Если наведение осуществляется на постановщика активных радиолокационных помех путем удержания истребителя вблизи линии пеленга цели, не наблюдая саму цель, ОБУ не знает, маневрирует она или нет. Ориентировочно о маневре цели может свидетельствовать нерегулярное изменение ее пеленга.

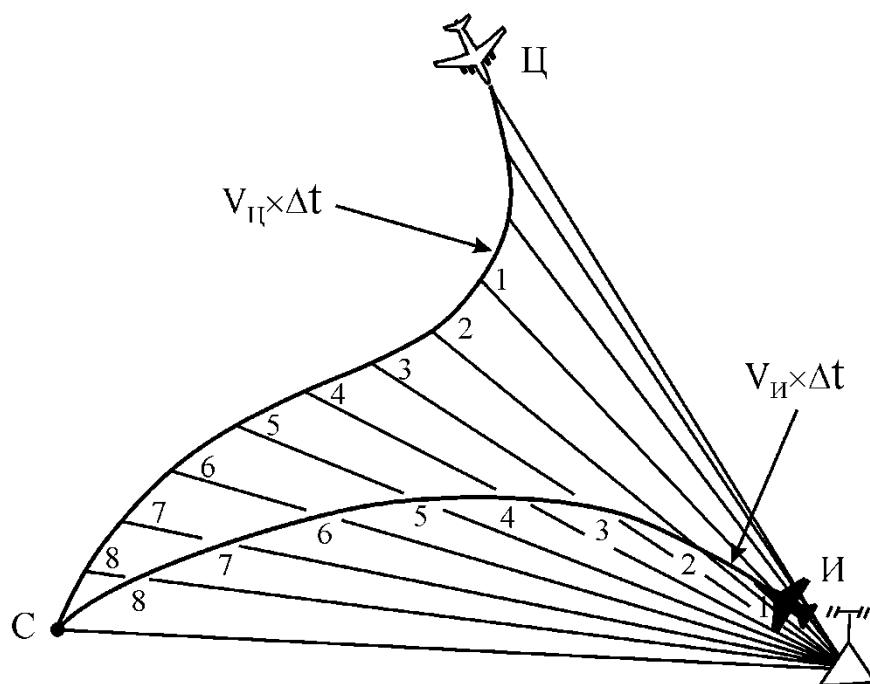


Рис. 6.7. Построение трехточечной траектории при маневре цели

Условия же полета истребителя при маневре цели определяются тем, что необходимая угловая скорость его разворота обусловлена не только угловой скоростью поворота луча цели, но и угловой скоростью маневра самой цели, т. е. складывается из двух составляющих. При этом в зависимости от дальности и угла  $\Theta$  цели и истребителя, а также направления разворота цели вторая составляющая может как складываться с первой, так и вычитаться из нее. Поэтому маневр цели может как затруднить, так и облегчить условия полета истребителя.

В целом трехточечная траектория имеет меньшую кривизну, чем кривая погони, так что условия невыполнимости полета по такой траектории бывают сравнительно редко.

## § 6.4. Итоговая оценка метода наведения

Главным положительным свойством метода наведения «Трехточечный» является возможность его применения для наведения истребителей на постановщиков активных помех наземным РЛС.

Кроме того, важными положительными свойствами являются:

- меньшая в целом кривизна траектории истребителя;
- возможность наведения на цель с курсов, близких к встречным, в том числе при отсутствии у истребителей преимущества в скорости полета;
- не обязательное определение параметров движения цели и даже одной ее координаты (дальности).

Все это выгодно отличает метод «Трехточечный» от метода «Погоня».

В результате наведения этим методом встреча истребителей с целью может произойти под любым ракурсом ( $\Theta_k$ ), поскольку и начальное значение угла  $\Theta_0$  может быть любым.

Поэтому в полной мере метод «Трехточечный» находит применение для наведения на постановщиков активных радиолокационных помех истребителей со всеракурсным вооружением.

Для наведения истребителей с оружием ближнего боя метод может быть использован в тех случаях, когда встреча происходит после прохода целью траверза ПН, т. е. при  $\Theta_k > 90^\circ$ , что сопровождается выводом истребителей в ЗПС цели.

Рост величины курсового угла цели в процессе сближения истребителей с целью при применении метода «Трехточечный» требует наличия бортовых радиолокационных станций со сравнительно широкими зонами обзора.

## § 6.5. Отработка практических навыков на тренажёре

При подготовке рабочего места ОБУ к работе производится:

- проверка настройки ИКО («яркость» и «фокус») и работоспособность РЛС;
- установка необходимого масштаба развертки ИКО;
- нанесение необходимых справочных данных на ИКО РЛС;
- проверка работоспособности связи;
- подготовка штурманского снаряжения и справочных данных (ОБУ при себе должен иметь: стеклограф, масштабные линейки и палетки).

### УПРАВЛЕНИЕ ЭКИПАЖАМИ ПРИ ВЕДЕНИИ ОДИНОЧНОГО ВОЗДУШНОГО БОЯ НА СРЕДНИХ И БОЛЬШИХ ВЫСОТАХ С АТАКОЙ ВЦ МЕТОДОМ «ТРЕХТОЧЕЧНЫЙ» (Упражнение № 7 (КБП ПУА ВВС 2000))

**Цель упражнения:** выработать навыки в управлении экипажами при ведении одиночного воздушного боя (выполнении перехвата воздушной цели) на средних и больших высотах с атакой воздушной цели методом «Трехточечный».

**Условия выполнения:** упражнение отработать при выполнении полетов на одиночный воздушный бой (перехват воздушной цели) на средних и больших высотах. Управление осуществлять на одном канале радиосвязи.

**Цель:** 1-МиГ-29,  $H = 1000-12000$  м,  $V = 700-1000$  км/ч

**Перехватчик:** 1-МиГ-29,  $H = 1000-12000$  м,  $V = 850-1200$  км/ч

**Пример** (рис. 6.8)

Дано:  $Az_u = 283^\circ$ ,  $D_u = 160$  км,  $V_u = 600$  км/ч,  $K_u = 20^\circ$ ,  $H_u = 6000$  м;

$Az_u = 283^\circ$ ,  $D_u = 70$  км,  $V_u = 900$  км/ч,  $H_u = 5000$  м.

Найти: точку встречи  $C$ ,  $K_u$  в точку встречи.

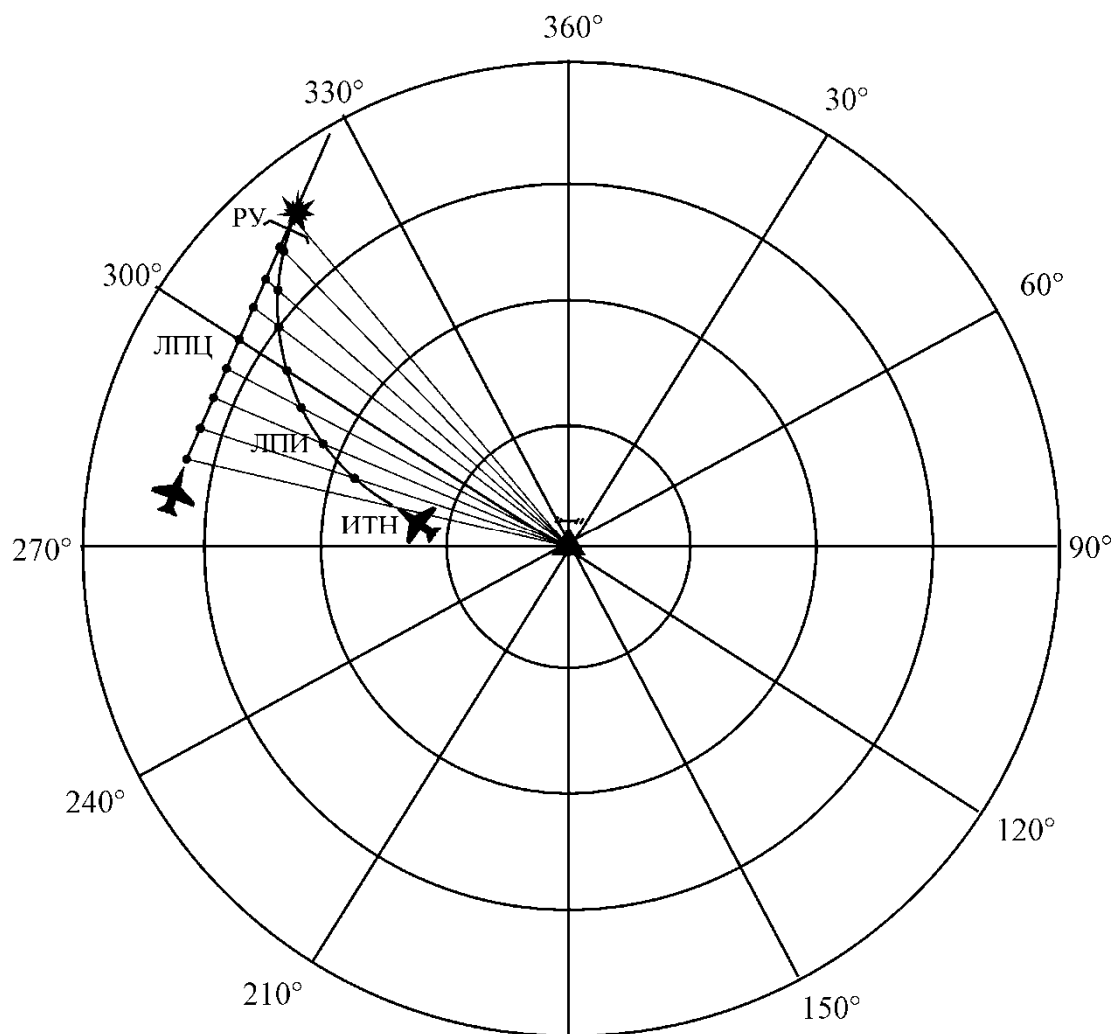


Рис. 6.8. Схема наведения истребителя на цель методом «Трехточечный» глазомерным способом на ИКО РЛС

### Порядок выполнения упражнения

1. Команду на запуск перехватчику дает ОБУ КП.
2. Выруливание и взлет по команде РП.
3. Прием управления от РДЗ ОБУ осуществляет на установленном рубеже.
4. После доклада летчика о переходе на канал наведения ОБУ КП задает ему курс для выхода истребителя на линию, проходящую через РЛС и ВЦ, высоту с превышением (принижением) относительно цели 500-1000 м, скорость, превышающую скорость цели на 150-300 км/ч.
5. ОБУ КП подает команды летчику на изменение курса полёта для удерживания истребителя в вертикальной плоскости на линии, проходящей через центр ИКО РЛС, истребитель и воздушную цель с необходимой дискретностью. Дис-

кретность выдачи команд на изменение курса истребителя зависит от скорости перемещения линии «Центр ИКО РЛС – истребитель – воздушная цель».

6. После уменьшения дальности между истребителем и воздушной целью до дальности включения БРЛС ОБУ подает команду летчику на включение БРЛС на излучение и выдаёт информацию о положении цели относительно перехватчика.

7. После обнаружения перехватчиком воздушной цели по БРЛС с дальности захвата информация летчику выдается через каждый оборот антенны РЛС, при этом ОБУ осуществляет постоянный контроль за высотой перехватчика и цели, подсказывает летчику безопасную сторону выхода после выполнения атаки.

8. После доклада летчика о выполнении задания ОБУ задает ему курс выхода из атаки (курс на аэродром посадки).

9. Передача управления от ОБУ КП к РДЗ и перевод перехватчика на стартовый канал осуществляется на установленном рубеже, при этом указывается позывной летчика и координаты перехватчика (азимут, дальность, высота).

### **Порядок ведения радиообмена (рис. 6.8.)**

#### **1. При приеме управления:**

РДЗ по ГТС: «ОБУ, азимут 280, дальность 60, с курсом 270, 401-й»

ОБУ по ГТС: 2401-го вижу, переводите на 6-ой канал»

РБЗ: «401-й, переход на 6-ой»

л-к: «401-й понял, 6-ой»

#### **2. На канале наведения:**

л-к: «Ладога, 401-й на 6-ом, с курсом 270, высота 2, к работе готов»

ОБУ: «401-й, Ладога, курс 290, высота 5000, скорость 900, 2 мин»

л-к: «401-й понял»

#### **3. После выполнения маневра:**

л-к: «401-й на курсе 290, высота 5000, скорость 900»

ОБУ: «401-го понял, установите ЗПС, дельта Н + 1, высота цели 6000»

#### **4. После выхода на дальность включения БРЛС:**

ОБУ: «401-й, излучение, цель слева под 30, удаление 45, выше 1000»

л-к: «401-й понял, высота 5000»

ОБУ: «401-й, курс 310, цель слева под 25, дальность 40, выше 1000»



л-к: «401-й понял, выполняю»

5. После обнаружения летчиком цели на экране БРЛС или ТП:

л-к: «401-й цель вижу»

ОБУ: «401-му курс 330, цель слева под 25, удаление 30, выше 1000, работу разрешаю»

л-к: «401-й понял, 5000»

ОБУ: «401-й курс 340, цель слева под 20, дальность 15, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

6. После захвата цели БРЛС или ТП:

л-к: «401-й, захват»

ОБУ: «401-й, цель слева под 15, дальность 10, после работы выход вправо»

л-к: «401-й понял, высота 5000»

ОБУ: «401-й, цель слева под 10, дальность 8, высота цели 6000»

л-к: «401-й понял»

7. При выходе на дальность пуска ракеты:

л-к: «401-й, пуск, выхожу вправо»

ОБУ: «401-й, вправо, курс 170, высота 3000»

л-к: «401-й понял»

8. На рубеже передачи управления:

ОБУ: «401-й режим УВД»

л-к: «401-й понял»

ОБУ по ГГС: «РДЗ, азимут 10, удаление 60, 401-й»

РДЗ по ГГС: «ОБУ, 401-го наблюдаю, переводите»

ОБУ: «401-й, удаление 60, на стартовый (7-й канал)»

**Меры безопасности предполагают:**

- контроль местоположения каждого самолета, находящегося на управлении;
- осуществление управления только при устойчивой двусторонней радиосвязи;
- недопущение слияния меток на ИКО РЛС;
- контроль остатка топлива на самолетах, находящихся на управлении;

- подачу команду на выход из атаки на дальности 4 км (нет обнаружения цели по РЛПК), 2 км (нет визуального обнаружения цели);
- эшелонирование на высотах 1000-8000 м через 500 м, на высотах 8000-12000 м – через 1000 м.

## **Вопросы для самоконтроля**

1. В чем сущность метода наведения «Трехточечный»?
2. В чем заключается графический способ решения задачи наведения?
3. Как графически построить трехточечную кривую при наведении методом «Трехточечный»?
4. Как графически построить трехточечную кривую при наведении методом «Трехточечный» при маневре цели?
5. В чем заключается решение задачи наведения методом «Трехточечный» инструментальным способом?
6. Какова итоговая оценка метода наведения «Трехточечный»?

## ГЛАВА 7. МЕТОД НАВЕДЕНИЯ «МАНЕВР»

Возросшие боевые возможности средств воздушного нападения вероятного противника требуют от системы наведения повышения степени надежности и обеспечения вероятности перехвата воздушных целей истребителями.

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».

Метод наведения «Маневр» является самым сложным из всех методов наведения, но основным при наведении современных истребителей, т. к. только этот метод обеспечивает вывод истребителей в заданное положение относительно воздушной цели.

В практике наведения наибольшее применение получил глазомерный способ решения задачи наведения с расчетами в уме, который позволяет быстро решить задачу наведения на экране ИКО РЛС и планшете. Однако для его применения ОБУ должен иметь твердые практические навыки в глазомерном определении координат и параметров полета цели, мысленном построении траектории движения и в расчетах основных параметров наведения в уме.

Этим методом завершается рассмотрение всех методов наведения.

## § 7.1. Сущность 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. 7.1):

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

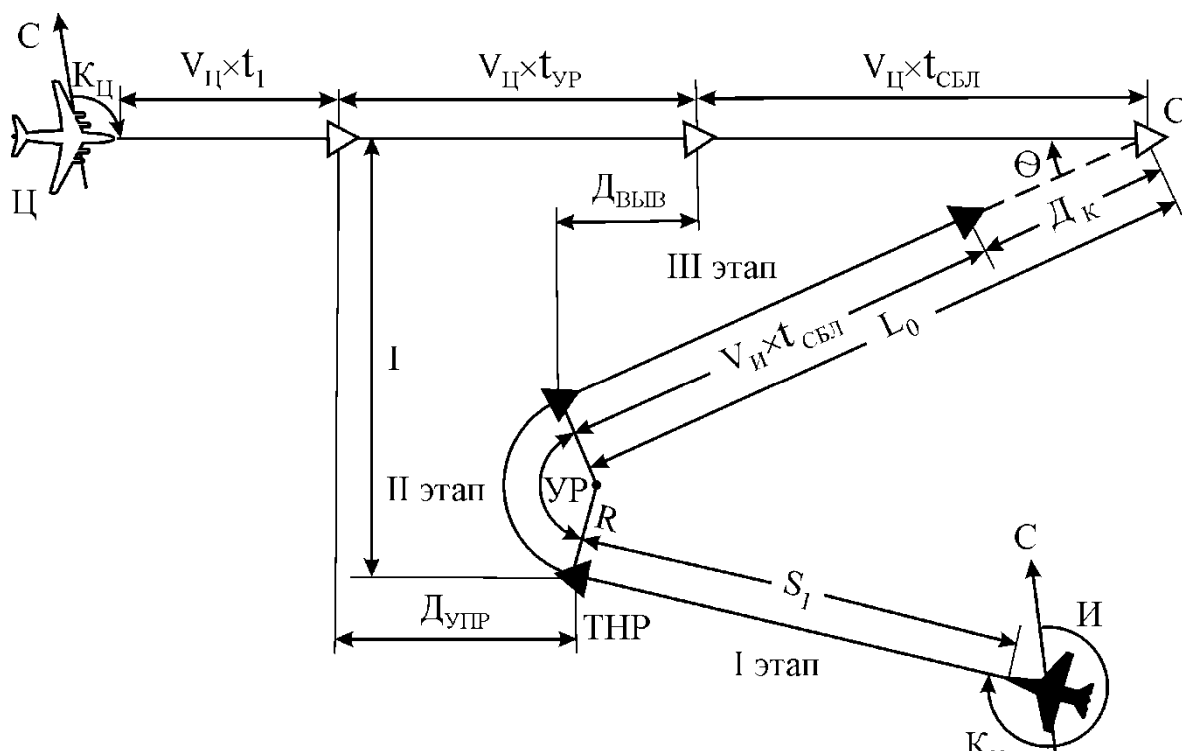


Рис. 7.1. Метод наведения «Маневр»

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  $S_n$  зависит от исходной дальности между целью и истребителем, их взаимного положения, скоростей полета и заданного угла встречи –  $\Theta$ , а также некоторых других условий:

$$S_n = \int (D_0; \Psi_u; \Psi_{\psi}; V_u; V_{\psi}; \Theta \dots).$$

На втором этапе (рис. 7.2) 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  $D_{упр}$ . 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 ( $D_{упр}$ )** – расстояние между целью и проекцией истребителя на линию ее пути в момент начала маневра (разворота) истребителя.

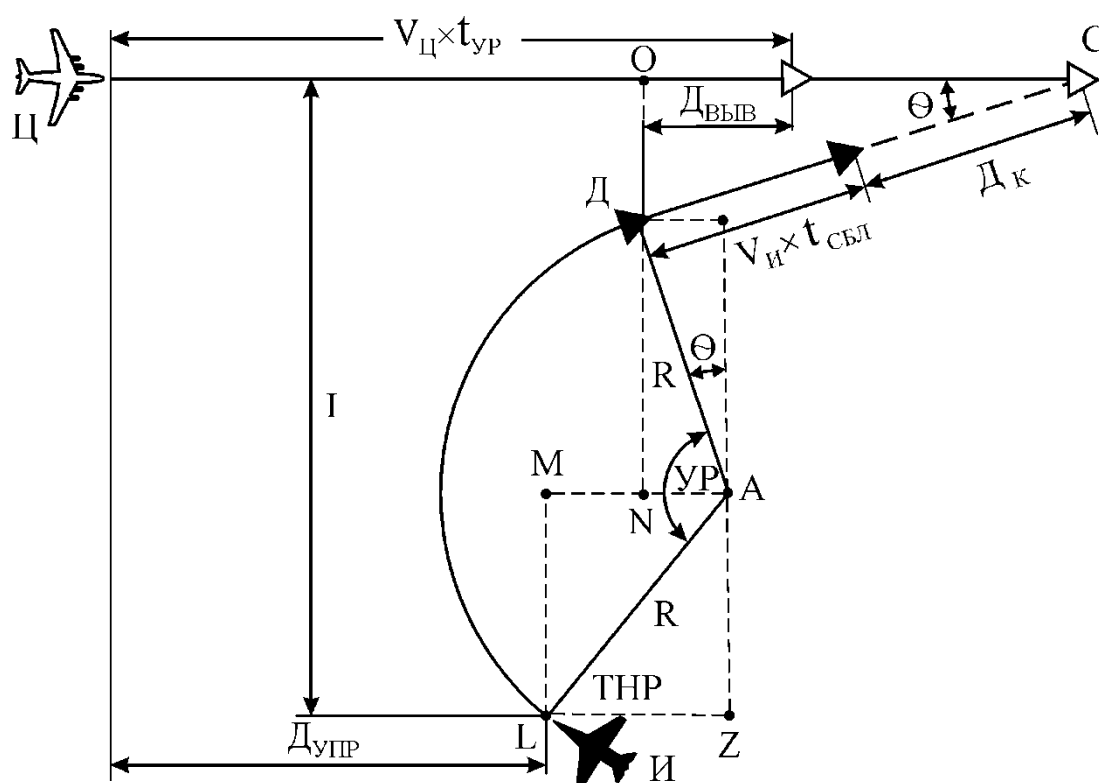


Рис. 7.2. Второй этап наведения (разворот) методом «Маневр»

При атаке цели в ЗПС:

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

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

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

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

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

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

Значение предельного угла встречи ( $\Theta_{np}$ ) обычно принимается равным максимальному отклонению зоны обзора прицельной системы истребителя от его

продольной оси. В этой же точке ( $D$ ) истребитель должен находиться на заданной дальности вывода ( $D_{выв}$ ) от цели.

**Дальность вывода** ( $D_{выв}$ ) – 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 ( $\Theta$ ):

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

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

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

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



$$L_0 = V_u \times t_{сбл} + D_k.$$

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

$$D_k = V_{сбл} \times t_{при} + D_{н.р.},$$

где  $D_{н.р.}$  – дальность пуска ракет,

$t_{при}$  – время прицеливания, обычно 20-60 с.

Зная порядок расчета величин  $D_k$  и  $t_{сбл}$ , можно рассчитать и величину  $D_{выв}$ :

$$D_{выв} = (V_u \times t_{сбл} + D_k) \times \cos\Theta_0 - V_u \times t_{сбл}.$$

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

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

где  $V_{сбл} = V_u \pm V_u$  (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  $K$  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;
- $D_{выв}$  (дальность вывода);
- $D_k$  (заданная дальность (глубина) наведения);
- $\Theta$  ((заданный) угол встречи с целью);

–  $L_0$  (длина прямой третьего этапа наведения).

## § 7.2. Способы решения задачи наведения

Решить задачу наведения методом «Маневр» – это значит определить курс и время полета истребителя в точку начала разворота (ТНР), параметры разворота, курс и время полета после выполнения разворота, а также общее время полета до точки встречи и положение точки встречи.

Для определения этих величин на основании параметров полета воздушной цели и исходя из тактической обстановки, необходимо задаться скоростью полета истребителя, дальностью выхода на цель –  $D_{вых}$ , длиной прямой третьего этапа –  $L_0$ , углом встречи с целью –  $\Theta$  и креном, определяющим радиус разворота.

При решении задачи наведения на сверхзвуковую воздушную цель необходимо, кроме того, определить момент начала разворота истребителя и скорость его в точке начала разворота (ТВФ,  $V_u$ , ТНР).

Методу «Маневр» присущ такой существенный недостаток, как сложность математического решения задачи наведения. Поэтому для практического решения задачи наведения, позволяющего быстро и с достаточной точностью определить курс полета истребителя, время полета до точки встречи и положение точки встречи применяются способы:

- инструментальный;
- глазомерный (с расчетами в уме);
- графический;
- автоматизированный.

### Инструментальный способ решения задачи наведения

Сущность инструментального способа состоит в применении различного вида приспособлений (построителей, палеток) для решения задачи наведения.

При наведении истребителя с использованием ИКО РЛС применяются различного рода палетки, выполненные в масштабно-временных или пропорцио-

нальных отрезках. Палетки вычерчиваются на прозрачной пленке в масштабе индикатора для заданного направления атаки цели.

### Палетка в масштабно-временных отрезках

Палетка изготавливается для конкретного значения скорости полета истребителя (например,  $V_{и} = 1000$  км/ч), угла крена ( $\beta = 45^\circ$ ), вероятного диапазона скоростей полета воздушных целей в масштабе ИКО РЛС и заданной дальности начала атаки ( $D_k$ ) (глубины наведения) (рис. 7.3).

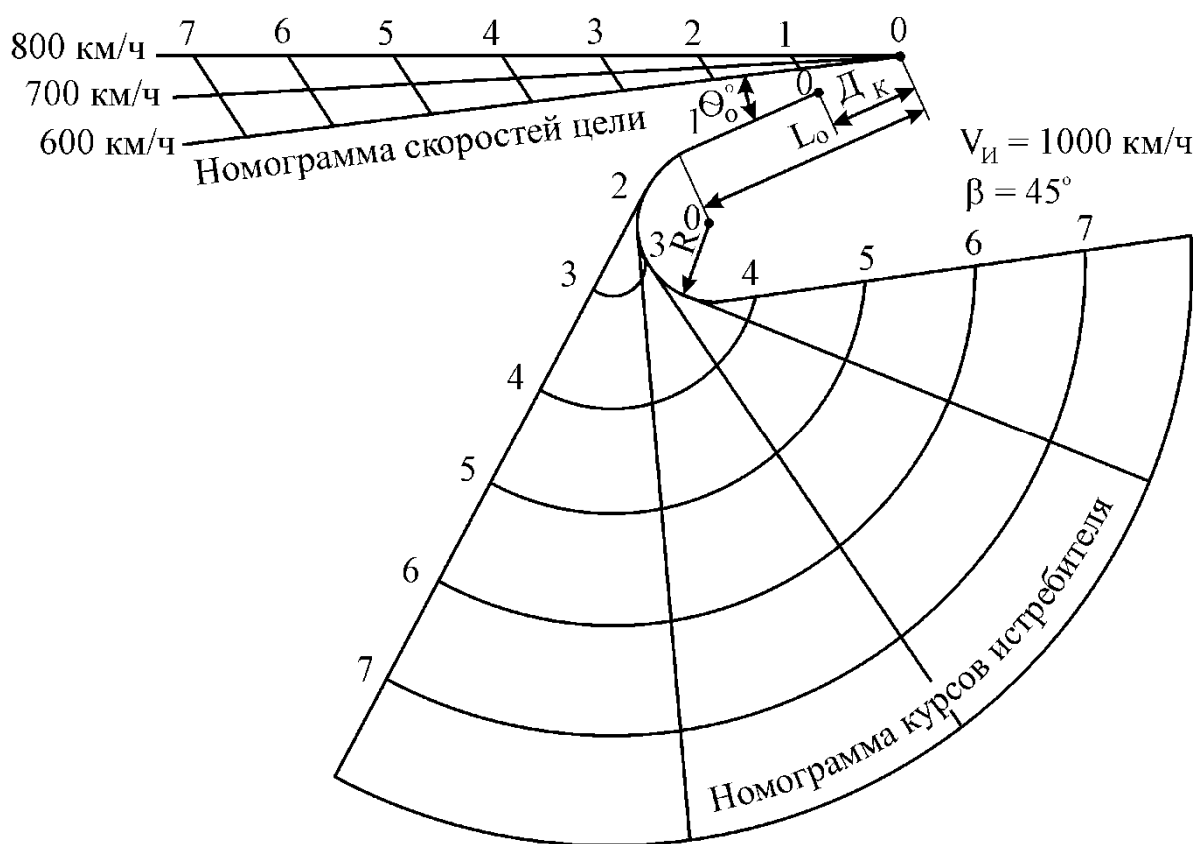


Рис. 7.3. Палетка в масштабно-временных отрезках

Палетка имеет номограмму курсов истребителя и номограмму скоростей воздушных целей и строится следующим образом:

- проводится окружность радиусом, равным радиусу разворота истребителя в масштабе ИКО;
- проводится касательная к окружности; длина прямой равна длине пути истребителя на третьем этапе, т.е.  $L_0$ ;

- на прямой откладывается отрезок, равный дальности начала атаки (глубине наведения  $D_k$ );
- конец отрезка обозначается как нулевая точка времени полета истребителя (окончание наведения) точкой 0;
- разделить окружность на одинаковые дуги и провести касательные к точке деления;
- начиная от нулевой отметки на окружности и касательных к ней размечаются отрезки пути, проходимые истребителем за 1 мин;
- плавными кривыми соединить концы одинаковых временных отрезков и пометить значениями времени полета через одну минуту (например, 1, 2, 3, 4...)

На этом заканчивается построение номограммы курсов истребителя.

Построение номограммы скоростей целей заключается в следующем:

- впереди точки 0 на дистанции  $D_k$  наносится нулевая точка времени полета воздушной цели (рубежа перехвата);
- из точки проводится пучок прямых под углом 10-15° друг к другу;
- прямые соответствуют линиям пути цели на различных скоростях (например, 600, 700, 800 км/ч);
- эти прямые разбиваются на отрезки, проходимые воздушной целью за одну минуту времени, т.е. 10; 11,7; 13,3 км/мин;
- соединив плавными кривыми концы временных отрезков, получим номограмму скоростей воздушной цели.

Методика пользования палеткой с масштабно-временными отрезками следующая:

- совместить линию номограммы, соответствующую фактической скорости цели, с линией ее пути на экране ИКО РЛС;
- перемещать палетку вдоль линии пути цели до тех пор, пока отметки воздушной цели и истребителя не окажутся на линиях одинакового времени (приведение отметок к одному моменту времени);
- задать курс полета истребителю по касательной к окружности разворота с учетом азимутальной линии экрана ИКО;

- отсчитать время полета до точки начала разворота и общее время полета истребителя по номограммам палетки;
- отметить точку встречи (рубеж перехвата) на экране по положению нулевой точки времени полета цели.

Палетка в масштабно-временных отрезках применяется для наведения истребителя на цель на скорости и значении угла крена (на развороте), для которых она рассчитана. Поэтому необходимо изготавливать большое количество палеток для ожидаемых скоростей цели и зависящих от этого скоростей истребителя. Такой существенный недостаток обуславливается масштабно-временным измерением.

## **Глазомерный способ решения задачи наведения с расчетом в уме**

По мере приобретения практического опыта ОБУ постепенно осваивает глазомерное наведение с расчетом в уме.

Сущность данного способа заключается в глазомерном определении курса полета в ТНР и момента подачи команды на разворот для выхода истребителя на заданную дальность вывода ( $D_{выл}$ ) по отношению к цели непосредственно на экране ИКО по взаимному расположению цели и истребителя.

Наибольшую сложность для ОБУ представляет решение задачи наведения на первом и втором этапах.

Поэтому, если позволяет навигационно-тактическая обстановка, при наведении в заднюю полусферу (ЗПС), целесообразно выводить истребитель на встречно-параллельный курс к воздушной цели на интервале, равном двум радиусам разворота ( $2 \times R$ ) с последующим разворотом на  $180^\circ$ . Это намного упрощает решение задачи наведения.

Радиус разворота ( $R$ ) в километрах при полете истребителя на скоростях до 1500 км/ч можно рассчитать в уме по следующим эмпирическим формулам:

$$\text{для крена } \beta = 60^\circ: R_{60^\circ} = \frac{V}{100} - 5,5, \quad (7.1)$$

$$\text{для крена } \beta = 45^\circ: R_{45^\circ} = 2 \times R_{60^\circ}. \quad (7.2)$$

$$\text{для крена } \beta = 30^\circ: R_{30^\circ} = 3 \times R_{60^\circ}. \quad (7.3)$$

Если скорость истребителя  $V_u > 1500$  км/ч, то:

$$\text{для крена } R_{60^\circ} = \frac{V}{100} - 4. \quad (7.4)$$

Радиусы разворотов с углами крена  $45^\circ$  и  $30^\circ$  для  $V_u > 1500$  км/ч рассчитываются по формулам (7.2) и (7.3) соответственно.

Момент подачи команды летчику на разворот можно определить по упрежденной дальности ( $D_{ynp}$ ) или по курсовому углу истребителя ( $\Psi_u$ ).

Упрежденная дальность разворота ( $D_{ynp}$ ) для угла разворота  $180^\circ$  и угла встречи  $\Theta = 0^\circ$  определяется по формуле

$$\begin{aligned} D_{ynp} &= V_u \times t_{180^\circ} - D_{выв}, \\ D_{выв} &= (V_u - V_u) \times t_{сбл} + D_n = V_{сбл} \times t_{сбл} + D_n, \end{aligned} \quad (7.5)$$

где  $D_n$  – дальность пуска ракет.

Время разворота на  $180^\circ$  в секундах можно с достаточной точностью для практики определить, используя следующие эмпирические формулы:

$$\text{для крена } \beta = 60^\circ: t_{180^\circ} = 0,15 \times V = \frac{V}{20}, \quad (7.6)$$

$$\text{для крена } \beta = 45^\circ: t_{180^\circ} = 0,1 \times V - 0,01 \times V = \frac{V}{10} - \frac{V}{100}, \quad (7.7)$$

$$\text{для крена } \beta = 30^\circ: t_{180^\circ} = 0,5 \times V = \frac{V}{10} + \frac{V}{20} = 1,5 \times \frac{V}{10}. \quad (7.8)$$

Если учесть, что время разворота на  $180^\circ$

$$t_{180^\circ} = \frac{\pi R}{V_u},$$

где  $\pi = 3,14$ ,

тогда

$$D_{ynp} = \frac{V_u}{V_u} \times \pi \times R - D_{выв} = n \times \pi \times R - D_{выв},$$

где  $n = \frac{V_u}{V_u}$ .

Если принять, что в среднем  $n$  равно 0,77, то для расчета  $D_{ynp}$  в уме можно использовать формулу

$$D_{ynp} = 2,4 \times R - D_{выб}. \quad (7.9)$$

При выводе истребителя в ЗПС для определения момента подачи команды летчику на разворот по курсовому углу истребителя воспользуемся рис. 7.4.

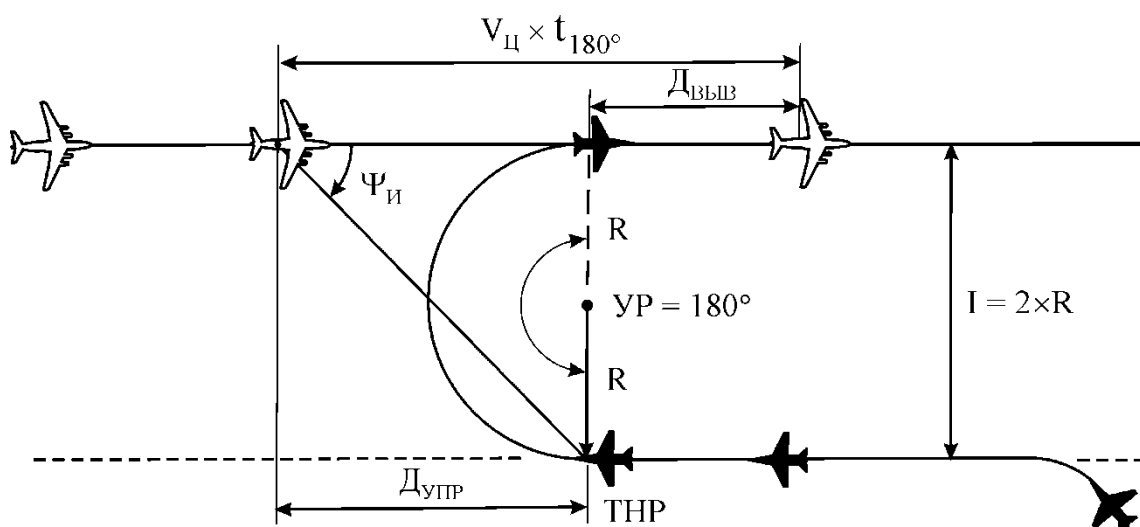


Рис. 7.4. Определение момента разворота по курсовому углу истребителя

Курсовой угол истребителя ( $\Psi_u$ ) в момент подачи команды на разворот должен быть равен:

$$\operatorname{tg} \Psi_u = \frac{2R}{D_{ynp}} = \frac{2R}{2,4R - D_{выб}} = \frac{2R}{\left(2,4 - \frac{D_{выб}}{R}\right) \cdot R}.$$

После преобразования формулы путем сокращения на величину  $R$ , получим

$$\operatorname{tg} \Psi_u = \frac{2}{2,4 - \frac{D_{выб}}{R}}. \quad (7.10)$$

На основании выражения (7.10) заранее определяются курсовые углы истребителя в ТНР для различных соотношений  $\frac{D_{выб}}{R}$  и составляется табл. 4.



Таблица 4

**Курсовые углы истребителя в ТНР**

$\frac{D_{выв}}{R}$	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
$\Psi_u$	48	50	51	53	55	57	59	61	63	65

**Графический способ решения задачи наведения**

Сущность графического способа решения задачи наведения заключается в геометрическом построении прямолинейного и криволинейного участков траектории полета истребителя для определения: ТНР, курса и времени полета в ТНР, параметров разворота, положения истребителя и воздушной цели, определенных сущностью метода наведения, и времени полета истребителя и воздушной цели до этих точек.

При графическом решении задачи наведения целесообразно использовать два способа: способ перпендикуляров и способ аналогии с методом «Параллельное сближение».

**Способ перпендикуляров**

Способ перпендикуляров применяется тогда, когда курсовой угол истребителя не превышает  $50^\circ$ , а разность в скоростях полета истребителя и цели – не более 200-300 км/ч.

Порядок решения задачи наведения способом перпендикуляров при атаке в ЗПС (рис. 7.5) следующий:

1. Задать курс полета истребителю в направлении на цель.
2. По двум-трем отметкам цели определить ее курс и скорость полета.
3. Последние отметки цели и истребителя соединить прямой.
4. Из точки  $C$  в произвольном масштабе перпендикулярно линии исходной дальности отложить вектор скорости цели  $V_c$ , а из точки  $H$  в том же масштабе – вектор скорости истребителя  $V_u$ .

5. Концы векторов  $V_u$  и  $V_u$  соединить прямой и из точки  $A$  пересечения прямой с линией исходной дальности восстановить перпендикуляр  $AK$  до пересечения с линией пути цели.

6. Из точки  $K$  опустить перпендикуляр и на нем отложить отрезок, равный радиусу разворота  $R$  истребителя.

7. Из конца отрезка (0) провести окружность радиусом, равным радиусу разворота  $R$  истребителя.

8. Через отметку истребителя к окружности провести касательную. Точка касания является ТНР.

9. Определить курс полета истребителя в ТНР и задать его летчику.

10. Определить точку встречи  $C$ , отложив от отметки цели ( $C$ ) ее путь за время полета

$$S_u = V_u \times t,$$

где  $t = t_1 + t_{yp} + t_{cbl}$ ;

$$t_1 = \frac{S_n}{V_u};$$

$$t_{yp} = \frac{R \cdot UP}{V_u};$$

$$t_{cbl} = t_{ош} + t_{обн} + t_{он} + t_{зах}.$$

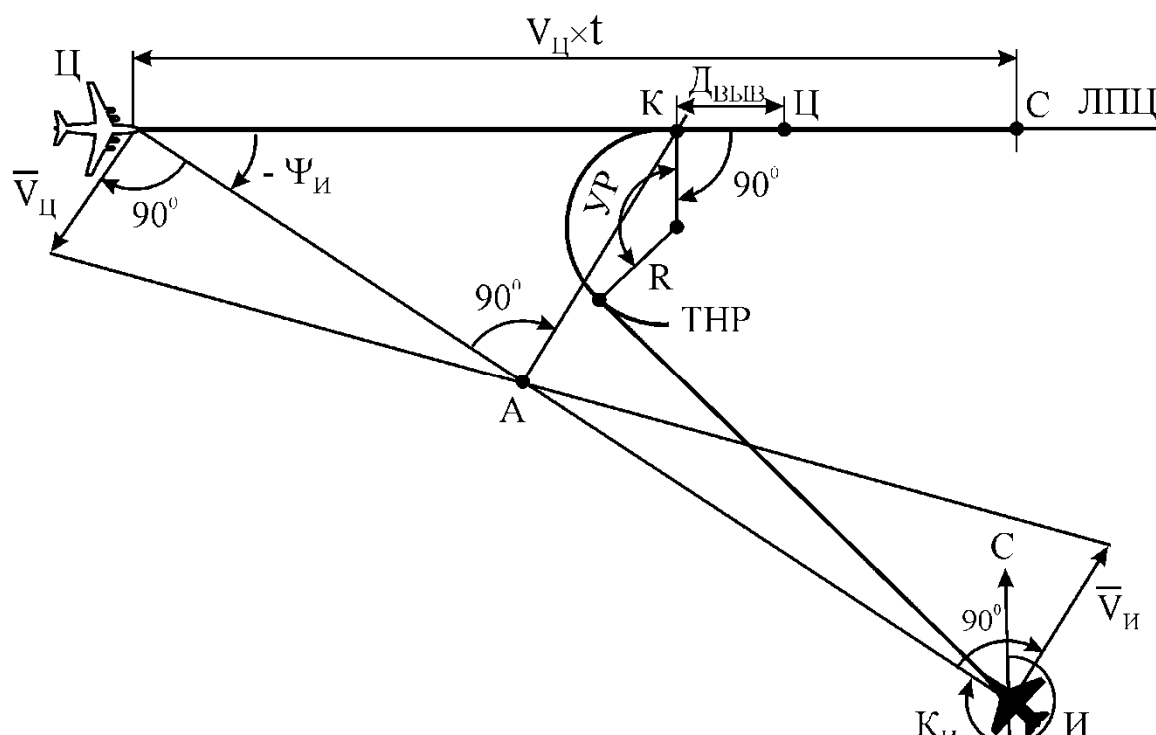


Рис. 7.5. Графическое решение задачи наведения способом перпендикуляров при атаке в ЗПС

Порядок решения задачи наведения способом перпендикуляров при атаке в ППС (рис. 7.6) следующий:

1. Задать курс полета истребителю в направлении, перпендикулярном линии пути цели.
2. По двум-трем отметкам воздушной цели определить ее курс и скорость полета.
3. Последние отметки цели и истребителя соединить прямой.
4. Разделить линию исходной дальности пополам ( $A$ ).
5. Из точки  $A$  восстановить перпендикуляр  $AK$  до пересечения с линией пути цели.
6. Из точки  $K$  отложить отрезок  $KN$ , равный  $D_{выб}$ .
7. Определить курс полета истребителя в точку  $N$  и задать его летчику.
8. Параллельно ЛПЦ провести линию на расстоянии от нее  $I=R \times (1 - \cos UP)$  и определить точку начала разворота (ТНР).
9. Определить точку встречи  $C$ , отложив от отметки цели ( $Ц$ ) ее путь за время наведения.



где  $t = t_1 + t_{yp} + t_{cбл}$ ;

$$t_1 = \frac{S_n}{V_u};$$

$$t_{yp} = \frac{R \cdot \gamma P}{V_u};$$

$$t_{cбл} = t_{ош} + t_{обн} + t_{он} + t_{зах}.$$

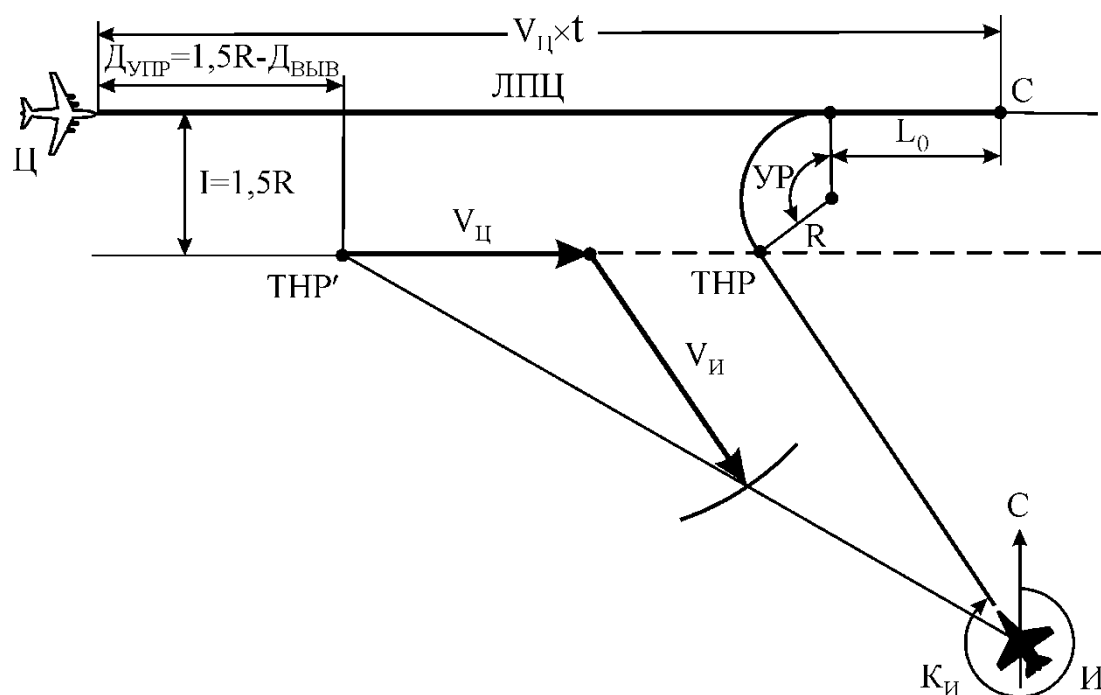


Рис. 7.7. Графическое решение задачи наведения методом «Маневр» с использованием метода «Параллельное сближение» при атаке в ЗПС

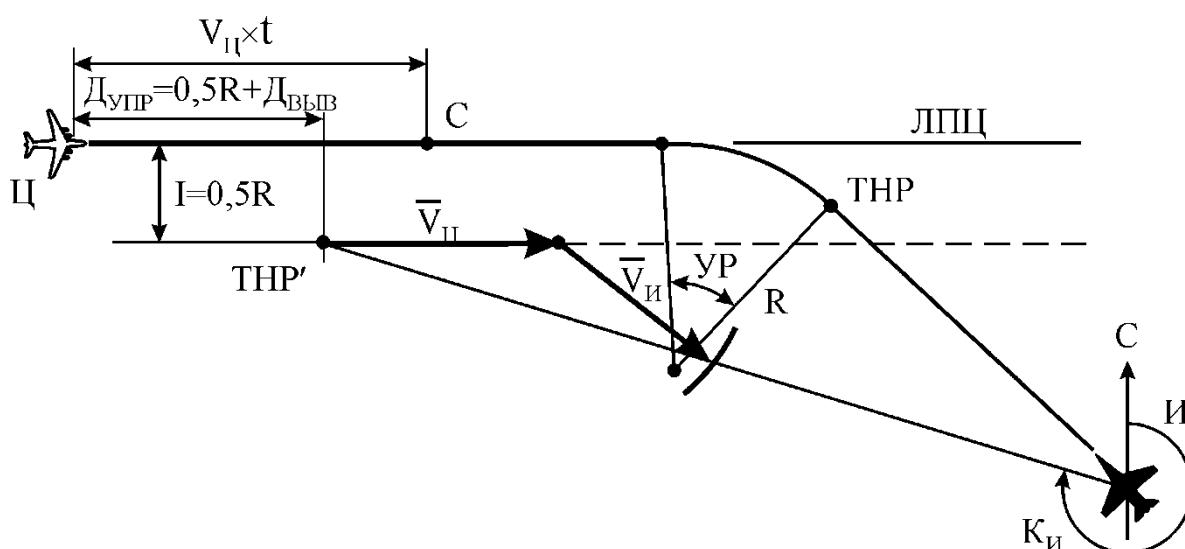


Рис. 7.8. Графическое решение задачи наведения методом «Маневр» с использованием метода «Параллельное сближение» при атаке в ППС

### § 7.3. Особенности наведения на маневрирующие цели

Маневр цели в горизонтальной плоскости сводится к изменению курса и скорости полета. Влияние маневра воздушной цели на первом и втором этапах наведения истребителя методом «Маневр» проявляется различным образом.

Допустим, что наведение осуществляется на первом этапе, когда воздушная цель и истребитель находились соответственно в точках  $B$  и  $A$  (рис. 7.9), а встреча их была возможна в точке  $C_0$ .

Если воздушная цель в точке  $B$  предпринимала маневр курсом и за время  $t$  отвернула на угол  $\omega_{ц}t$ , то для следования истребителя по касательной к дуге разворота второго этапа наведения его курс за то же время должен измениться на угол  $\omega_{и}t$ . После окончания воздушной целью маневра встреча с ней станет возможной в точке  $C$ , а длина пути воздушной цели до точки изменится на  $\Delta S_{ц}$ .

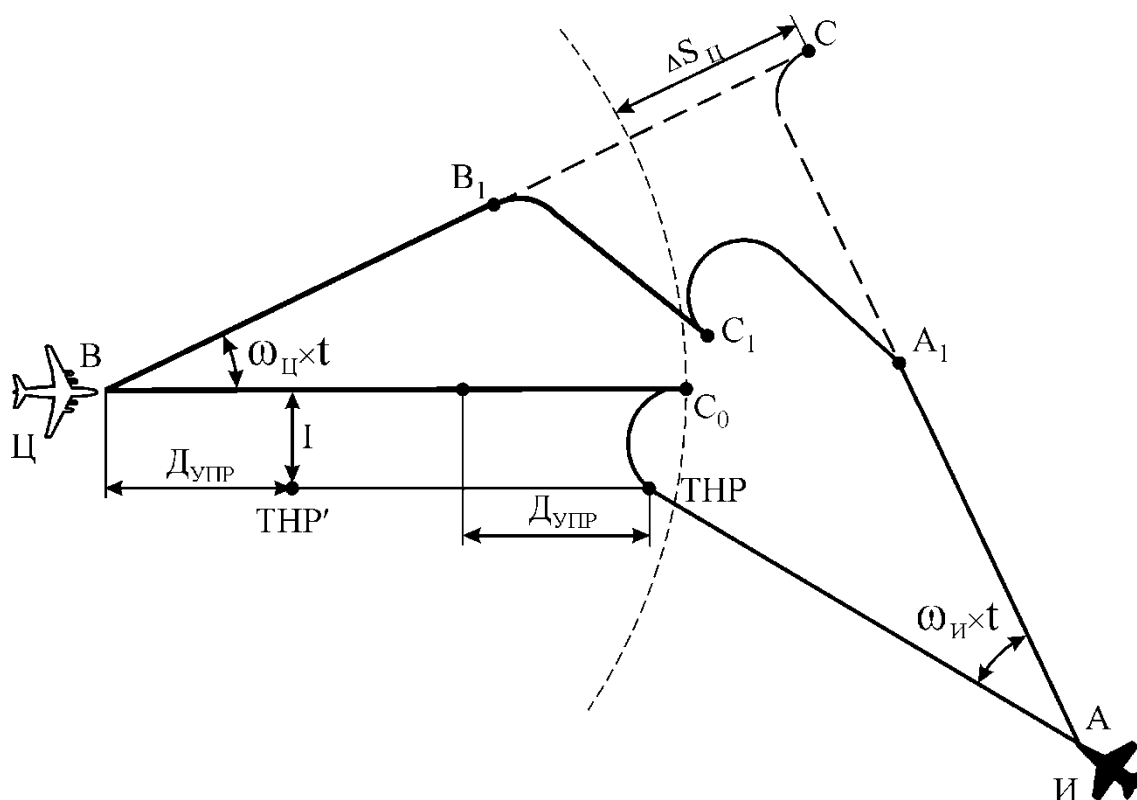


Рис. 7.9. Влияние маневра цели в горизонтальной плоскости на траекторию полета истребителя

Если представить, что вместе с воздушной целью движется точка начала разворота, расположенная относительно нее на таких же интервале и дистанции, что

и истребитель в момент начала разворота, то по отношению к этой точке истребитель наводится методом «Параллельное сближение». Если воздушная цель находится на большой дальности ( $D_0$ ) от истребителя, по сравнению с которой интервалом  $I$  и упрежденной дистанцией разворота  $D_{упр}$  можно пренебречь, то в целом свойства метода «Маневр» близки свойствам метода «Параллельное сближение».

К более поздней встрече истребителя с целью ( $\Delta S_{\psi} > 0$ ) приводит отворот ее от истребителя ( $\Delta \Theta_{\psi} > 0$ ), а доворот в сторону истребителя приводит к более ранней встрече. Поэтому мерой противодействия маневру цели курсом, как и при наведении методом «Параллельное сближение», может являться одновременное наведение на нее групп истребителей с разных сторон.

С уменьшением дальности до воздушной цели отличие свойств метода «Маневр» от свойств метода «Параллельное сближение» проявляется все в большей степени. За время отворота воздушной цели истребителю необходимо разворачиваться на все большие углы, то есть его угловая скорость ( $\omega_{\psi}$ ) растет.

Изменение величины  $\omega_{\psi}$  при полете истребителя на встречных курсах с воздушной целью ( $UP = 180^\circ$ ) характеризует график зависимости отношения угловых скоростей  $\frac{\omega_{\psi}}{\omega_{\psi_0}}$  от дальности, выраженной в долях упрежденной дистанции

разворота  $\frac{D}{D_{упр}}$ .

Как видно из графика (рис. 7.10), на больших дальностях ( $\frac{D}{D_{упр}} = 5-10$ ) отношение  $\frac{\omega_{\psi}}{\omega_{\psi_0}}$  незначительно отличается от единицы, то есть угловая скорость истребителя незначительно отличается от угловой скорости маневрирующей цели. С уменьшением дальности, примерно до трех  $S_{упр}$ , величина  $\omega_{\psi}$  интенсивно растет, а при подходе истребителя к точке начала разворота ( $\frac{D}{D_{упр}} = 1$ )  $\omega_{\psi}$  возрастает до бесконечности.

Таким образом, вывести истребитель в точку начала разворота с расчетным радиусом при наведении методом «Маневр» на маневрирующую воздушную цель практически невозможно.

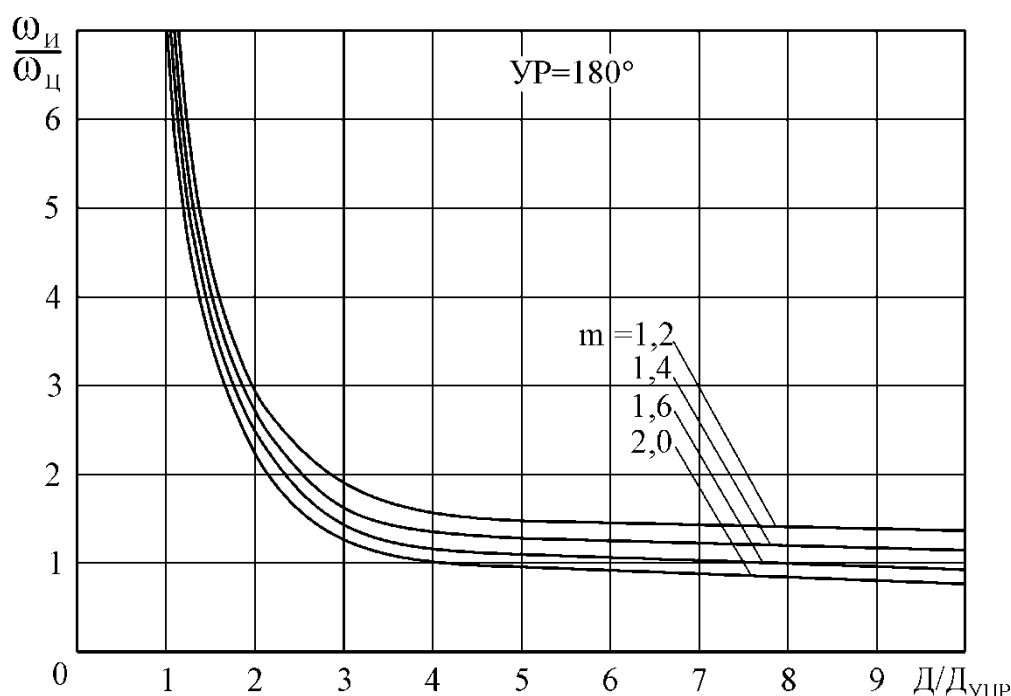


Рис. 7.10. Зависимость отношения угловых скоростей  $\omega_u / \omega_c$  при маневре цели на первом этапе наведения от отношения  $D / D_{упр}$

В процессе наведения на первом этапе воздушная цель может маневрировать неоднократно. Так, например, воздушная цель в точке  $B_1$  может довернуть на истребитель, в результате чего в точке  $A_1$  его необходимо отвернуть от прежнего курса и изменить направление предусмотренного ранее разворота. В результате траектория истребителя на первом этапе наведения из прямой превращается в сложную линию, состоящую из дуг разворотов с переменным радиусом и отрезков прямой между ними. Все это усложняет выполнение полета на воздушный бой.

Влияние маневра воздушной цели на втором этапе наведения истребителя методом «Маневр» рассмотрим с помощью рис. 7.11.



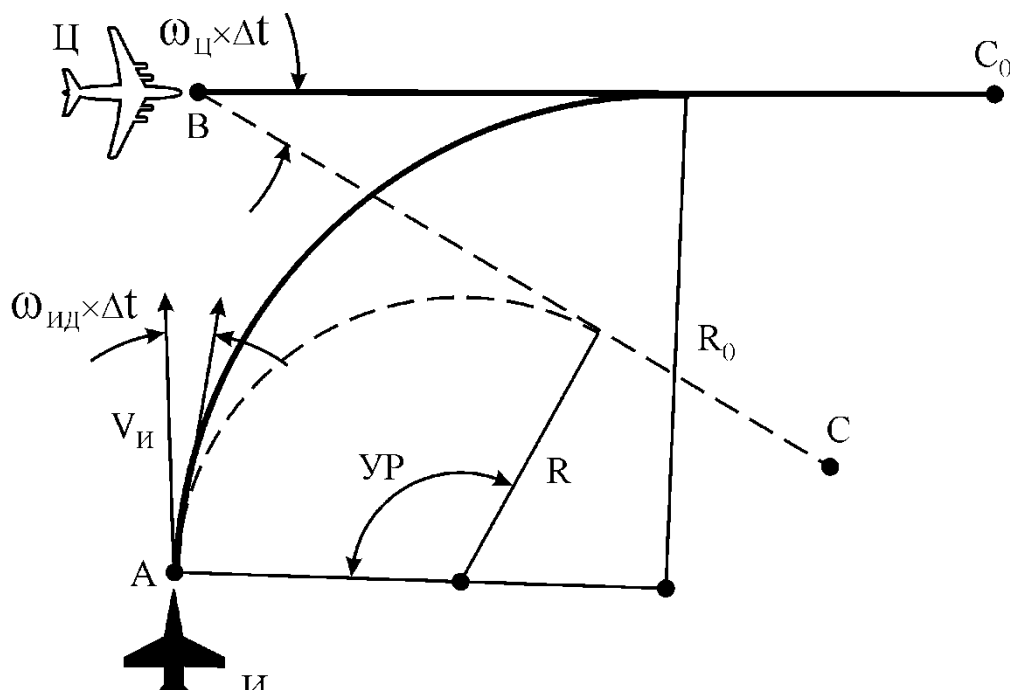


Рис. 7.11. Влияние маневра воздушной цели в горизонтальной плоскости на втором этапе наведения методом «Маневр» на траекторию полета истребителя

Допустим, что в некоторый момент второго этапа наведения истребитель и воздушная цель находятся соответственно в точках  $A$  и  $B$  и для встречи с целью в точке  $C_0$  истребитель выполняет разворот с радиусом  $R_0$  и угловой скоростью  $\omega_u = V_u / R_0$ .

Если в течение некоторого промежутка времени  $\Delta t$  воздушная цель изменит направление полета на угол  $\omega_u \times \Delta t$ , то встреча с ней станет возможна в точке  $C$ . Для выхода в эту точку из точки  $A$  истребителю потребовалось бы выполнить разворот с другим радиусом. Но предварительно за время  $\Delta t$  он должен был бы дополнительно повернуть на угол  $\omega_{ид} \times \Delta t$ .

Таким образом, маневр воздушной цели на втором этапе наведения приводит к возникновению дополнительной угловой скорости разворота истребителя ( $\omega_{ид}$ ). Чем меньше оставшийся угол разворота истребителя, тем больше величина  $\omega_{ид}$ , а с приближением истребителя к точке окончания разворота  $\omega_{ид}$  возрастает до бесконечности.

Таким образом, вывести истребитель в заданное положение относительно маневрирующей воздушной цели на втором этапе наведения методом «Маневр» практически невозможно.

В связи с этим, в случае маневрирования воздушной цели, на втором этапе, как правило, переходят на наведение истребителя методом «Погоня».

## § 7.4. Итоговая 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.

## § 7.5. Отработка практических навыков на тренажере

При наведении методом «Маневр», параметры наведения:  $R$ ,  $I$ ,  $t_{yp}$ ,  $D_{выв}$ ,  $D_{упр}$  – рассчитываются заблаговременно.

При подготовке рабочего места ОБУ к работе производится:

- проверка настройки ИКО («яркость» и «фокус») и работоспособность РЛС;
- установка необходимого масштаба развертки ИКО;
- нанесение необходимых справочных данных на ИКО РЛС;
- проверка работоспособности связи;
- подготовка штурманского снаряжения и справочных данных (ОБУ при себе должен иметь: стеклограф, масштабные линейки и палетки).

Выполнив подготовку всего оборудования, установленного на рабочем месте, ОБУ докладывает РДЗ о готовности к работе.

**УПРАВЛЕНИЕ ЭКИПАЖАМИ ПРИ ВЕДЕНИИ ОДИНОЧНОГО  
ВОЗДУШНОГО БОЯ НА СРЕДНИХ И БОЛЬШИХ ВЫСОТАХ  
С АТАКОЙ ВЦ МЕТОДОМ «МАНЕВР» В ЗПС**

(выполнение перехвата ВЦ методом наведения «Маневр» в ЗПС)

(Упражнение № 7 (КБП ПУА ВВС 2000))

**Цель упражнения:** выработать навыки в выполнении НШР и в управлении экипажами при ведении одиночного воздушного боя (выполнении перехвата воздушной цели) на средних и больших высотах с атакой воздушной цели методом «Маневр», в управлении экипажами при наведении на не маневрирующую воздушную цель.

**Условия выполнения:** упражнение отработать при выполнении полетов на одиночный воздушный бой (перехват ВЦ) на средних и больших высотах методом наведения «Маневр».

Управление осуществлять на одном канале радиосвязи.

**Цель:** 1-МиГ-29,  $H = 1000-12000$  м,  $V = 700-1000$  км/ч.

**Перехватчик:** 1-МиГ-29,  $H = 1000-12000$  м,  $V = 850-1200$  км/ч

При наведении в заднюю полусферу (ЗПС) будем выводить истребитель на встречно-параллельный курс к воздушной цели на интервале, равном двум радиусам разворота ( $2 \times R$ ) с последующим разворотом на  $180^\circ$  при достижении между истребителем и целью упрежденной дальности разворота ( $D_{упр}$ ). Это намного упрощает решение задачи наведения и выполнение практического наведения (рис. 7.12).

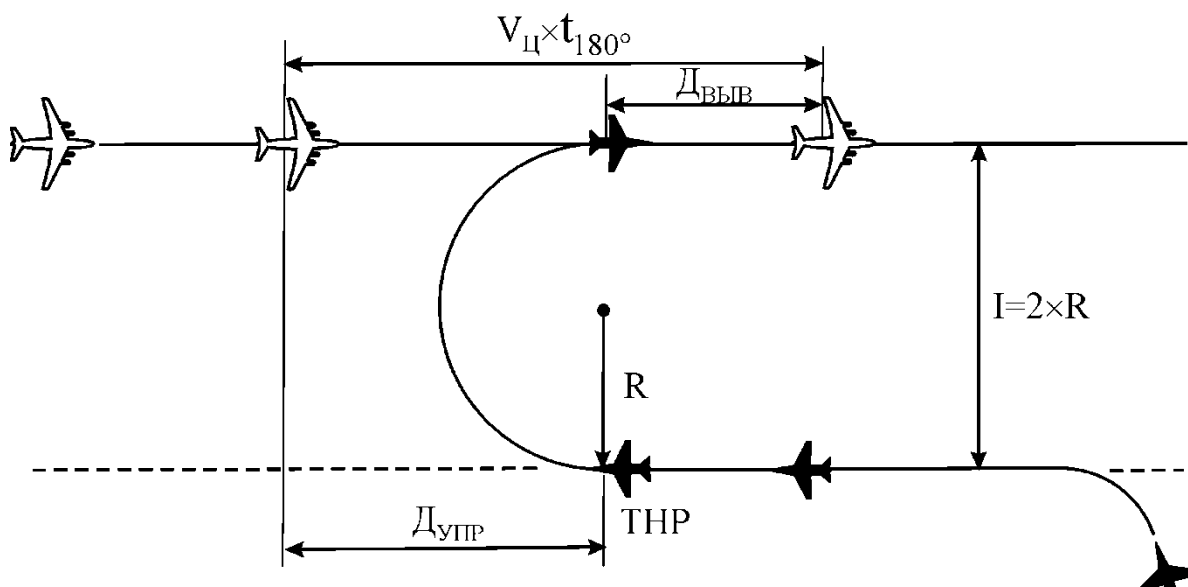


Рис. 7.12. Упрощенная схема наведения методом «Маневр» в ЗПС цели

**Пример**

Наведение в ЗПС под  $0/4$ ,  $УР = 180^\circ$ .

Дано:  $V_{ц} = 600$  км/ч,  $V_u = 900$  км/ч,  $\beta = 45^\circ$ ,  $t_{сбл} = 2$  мин,  $D_n = 5$  км.

$H_{ц} = 6000$  м,  $H_u = 5000$  м.

Найти:  $R$ ,  $I$ ,  $t_{уп}$ ,  $D_{выб}$ ,  $D_{упр}$ , ТНР.

При наведении методом «Маневр», параметры наведения:  $R$ ,  $I$ ,  $t_{уп}$ ,  $D_{выб}$ ,  $D_{упр}$  – рассчитываются заблаговременно.

Для решения задачи наведения воспользуемся глазомерным способом решения задачи наведения с расчетами в уме.

По следующим эмпирическим формулам рассчитаем в уме:

- радиус разворота ( $R$ ): ( $R_{45^\circ} = 7$  км);
- для крена  $\beta = 60^\circ$ :  $R_{60^\circ} = \frac{V}{100} - 5,5$ ;
- для крена  $\beta = 45^\circ$   $R_{45^\circ} = 2 \times R_{60^\circ}$ ;
- интервал:  $I = 2 \times R$  ( $I = 14$  км);
- время разворота на  $180^\circ$  в с: ( $\beta = 45^\circ$ ,  $t_{180^\circ} = 81$  с = 1,33 мин);
- для крена  $\beta = 45^\circ$ :  $t_{180^\circ} = 0,1 \times V - 0,01 \times V = \frac{V}{10} - \frac{V}{100}$ ;
- дальность вывода ( $D_{выб}$ ): ( $D_{выб} = 15$  км);

$$D_{выв} = (V_u - V_y) \times t_{сбл} + D_n = V_{сбл} \times t_{сбл} + D_n;$$

– упрежденную дальность разворота ( $D_{ynp}$ ): ( $D_{ynp} = -1,67$  км)

$$D_{ynp} = V_y \times t_{180^\circ} - D_{выв};$$

– точку начала разворота (ТНР) определим практически, при выполнении наведения, при совпадении расчетных  $I$  и  $D_{ynp}$ .

По полученным расчетным данным выполним практическое глазомерное наведение на тренажере.

### Порядок выполнения упражнения

1. Команду на запуск перехватчику дает ОБУ КП.
2. Выруливание и взлет по команде РП.
3. Прием управления от РДЗ ОБУ осуществляет на установленном рубеже.
4. После доклада летчика о переходе на канал наведения ОБУ КП задает ему курс в точку, обеспечивающую выход перехватчика на встречно-параллельный курс с воздушной целью на расчетном интервале  $I = 2 \times R$ , для выхода в заднюю полусферу цели, высоту с превышением (принижением) 500-1000 м относительно цели и скорость, превышающую скорость цели на 150-300 км/ч.
5. С выходом истребителя в заданную точку ОБУ КП подает команду летчику на изменение курса для выхода перехватчика в ТНР на встречно-параллельный курс с целью на расчетном интервале  $I = 2 \times R$ .
6. С выходом перехватчика в ТНР, на расчетной  $D_{ynp}$  ( $D_{ynp} = V_y t_{180^\circ} - D_{выв}$ ) ОБУ КП подает команду летчику на выполнение разворота на курс, обеспечивающий выхода перехватчика в ЗПС ВЦ.
7. После выхода в ЗПС ВЦ летчику дается команда на включение БРЛС на излучение и выдается информация о положении цели относительно перехватчика.
8. С дальности захвата информация летчику выдается через каждый оборот антенны РЛС, при этом ОБУ осуществляет постоянный контроль за высотой перехватчика и цели, подсказывает летчику безопасную сторону выхода после выполнения атаки.
9. После доклада летчика о выполнении задания ОБУ задает ему курс выхода на аэродром посадки.

10. Передача управления РБЗ и перевод перехватчика на стартовый канал осуществляется на рубеже 75-60 км, при этом указывается позывной летчика и координаты перехватчика (азимут, дальность, высота).

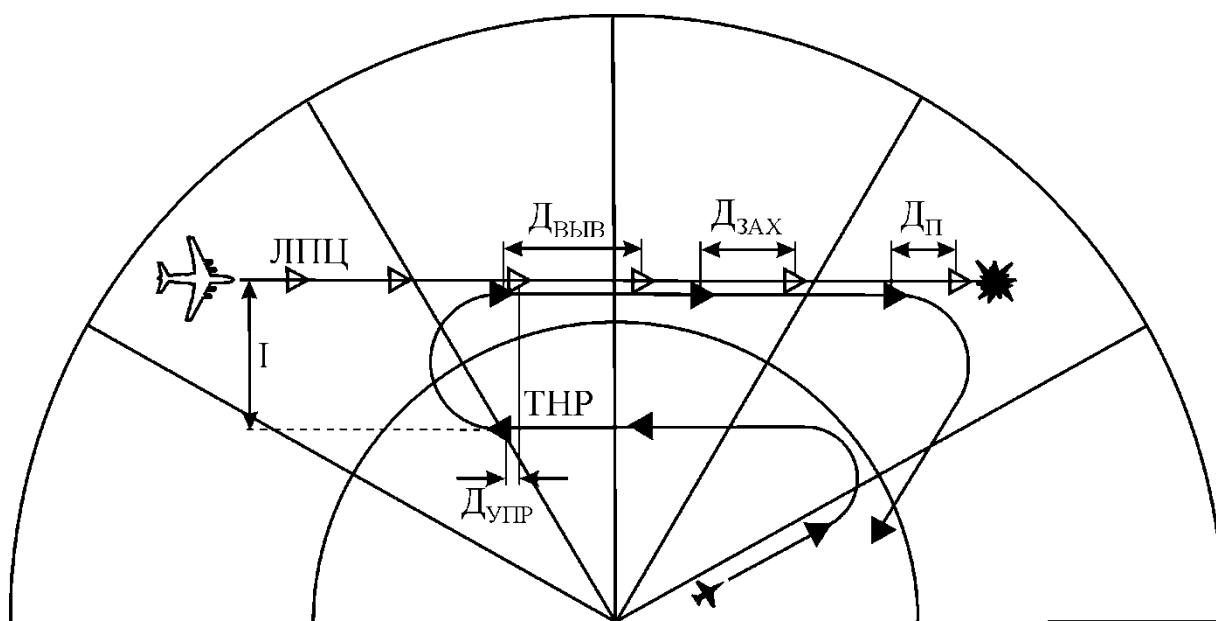


Рис. 7.13. Схема наведения истребителя на цель методом «Маневр» в ЗПС глазомерным способом на ИКО РЛС (масштаб – 100 км)

### Порядок ведения радиообмена (рис. 7.13)

#### 1. При приеме управления:

РБЗ по ГГС: «КП, азимут 65, дальность 30, 401-й»

ОБУ по ГТС: «401-го вижу, на 6-ой»

РБЗ: «401-й, переход на 6-ой»

л-к: «401-й понял»

#### 2. На канале наведения:

л-к: «Ладога, 401-й на 6-ом, курс 60, высота 3, к работе готов»

ОБУ: «401-й, Ладога, курс 65, высота 5000, скорость 900»

л-к: «401-й понял»

#### 3. После выполнения маневра:

л-к: «401-й на курсе 65, высота 5000, скорость 900»

ОБУ: «401-го понял»

#### 4. Для выхода в ТНР на встречно-параллельный курс с целью:

ОБУ: «401-й, влево крен 30, курс 270»



л-к: «401-й понял»

5. После выполнения маневра:

л-к: «401-й на курсе 270»

ОБУ: «401-й, установите ЗПС, дельта Н+1, высота цели 6000»

л-к: «401-й понял»

6. В ТНР для выхода в ЗПС цели:

ОБУ: «401-му, разворот вправо, крен 30, курс 90»

л-к: «401-й понял»

7. После выхода на попутный с целью курс (в ЗПС цели):

л-к: «401-й на курсе 90, высота 5000»

ОБУ: «401-му, излучение, цель по курсу, дальность 15, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

ОБУ: «401-й, цель по курсу 13, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

8. После обнаружения летчиком цели на экране БРЛС или ТП:

л-к: «401-й, цель вижу»

ОБУ: «401-й, цель по курсу, дальность 12, работу разрешаю»

л-к: «401-й понял, высота 5000»

ОБУ: «401-й, цель по курсу, дальность 11, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

9. После захвата цели БРЛС или ТП:

л-к: «401-й, захват»

ОБУ: «401-й, дальность 10, после работы выход вправо»

л-к: «401-й понял»

ОБУ: «401-й, цель по курсу, дальность 8, высота цели 6000»

л-к: «401-й понял»

10. При выходе на дальность пуска ракеты:

л-к: «401-й, пуск, выхожу вправо»

ОБУ: «401-й, вправо, курс 210, высота 3000»

л-к: «401-й понял»

11. На рубеже передачи управления:

ОБУ: «401-й, режим УВД»

л-к: «401-й понял»

ОБУ по ГГС: «РБЗ, азимут 65, удаление 70, 401-й»

РБЗ по ГГС: «КП, 401-го наблюдаю, переводите»

ОБУ: «401-й, удаление 70, на стартовый (7-й канал)»

### **Меры безопасности предусматривают:**

- контроль местоположения каждого самолета, находящегося на управлении;

- осуществление управления только при устойчивой двухсторонней связи;

- недопущение слияния меток на ИКО РЛС;

- контроль остатка топлива на самолетах, находящихся на управлении;

- задачу высоты экипажам, обеспечивая разность высот между истребителем и целью не менее:

для изделия Т-10: ЗПС – 500 м; ППС – 1000 м; под БР – 1000 м;

для изделия 01 – 1000 м;

- контроль докладов летчиков о занятии заданных высот по данным наземных средств РТО и при уменьшении установленных минимальных превышений (принижений) между истребителем и целью, принятие мер по обеспечению безопасности;

- информирование экипажа о местоположении цели относительно истребителя, ее высоте, курсе и скорости полета, характере маневра;

- подачу команды экипажу на выход из атаки в безопасную сторону на дальностях не менее

нет захвата цели БРЛС

для изделия Т-10: в ЗПС – 4 км; под БР – 6 км; в ППС – 12 км

для изделия 01: в ЗПС – 5 км; под БР – 10 км; в ППС – 12 км

нет визуального обнаружения цели:

в ЗПС – 2 км; под БР – 2 км для любого типа изделия.

### **Выполнение задания следует запретить:**

- при отсутствии устойчивой двухсторонней радиосвязи с экипажем;

- при отказе средств управления и невозможности использовать другие средства;

- при неисправности на самолете системы государственного опознавания;
- при подаче экипажем сигнала «Бедствие»;
- при отказе или неустойчивой работе бортовых систем самолета (по докладу летчика);
- при нарушении экипажем порядка выполнения полетного задания, мер безопасности или невыполнения команд;
- при минимальном остатке топлива на самолете, установленном для возвращения на аэродром посадки;
- при возникновении ОСП;
- во всех случаях по команде РП, РДЗ, проверяющих лиц и инструктора.

### УПРАВЛЕНИЕ ЭКИПАЖАМИ ПРИ ВЕДЕНИИ ОДИНОЧНОГО ВОЗДУШНОГО БОЯ НА СРЕДНИХ И БОЛЬШИХ ВЫСОТАХ С АТАКОЙ В ППС

(Упражнение № 7 (КБП ПУА ВВС 2000))

**Цель упражнения:** выработать навыки в выполнении НШР, в управлении экипажами при ведении одиночного воздушного боя на средних и больших высотах с атакой в ППС ВЦ, в управлении экипажами при наведении на не маневрирующую воздушную цель.

**Условия выполнения:** упражнение отработать при выполнении полетов на одиночный воздушный бой (перехват воздушной цели) на средних и больших высотах в ППС ВЦ. Управление осуществлять на одном канале радиосвязи.

**Цель:** 1 – МиГ-29,  $H = 1000-12000$  м,  $V = 700-1000$  км/ч.

**Перехватчик:** 1 – МиГ-29,  $H = 1000-12000$  м,  $V = 850-1200$  км/ч.

**Пример.**

Наведение в ППС под  $0/4$ ,  $УР = 90^\circ$  (рис. 7.14)

Дано:  $V_y = 600$  км/ч,  $V_u = 900$  км/ч,  $\beta = 60^\circ$ ,  $t_{сбл} = 2$  мин,  $D_n = 20$  км.

$H_y = 5000$  м,  $H_u = 4000$  м.

Найти:  $R$ ,  $I$ ,  $t_{ур}$ ,  $D_{выв}$ ,  $D_{упр}$ , ТНР.

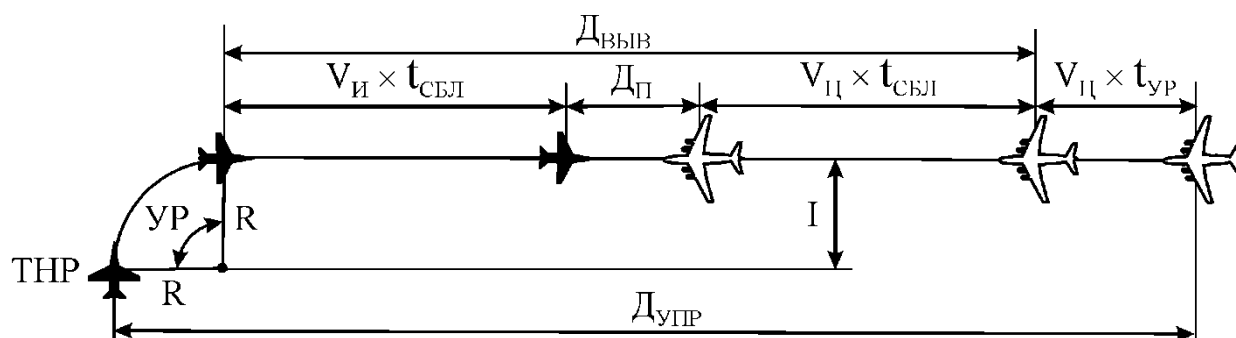


Рис. 7.14. Упрощенная схема наведения методом «Маневр» в ППС с разворотом истребителя на  $90^\circ$ , с перпендикулярного на встречный курс цели

При наведении методом «Маневр» параметры наведения –  $R$ ,  $I$ ,  $t_{ур}$ ,  $D_{выв}$ ,  $D_{упр}$  – рассчитываются заблаговременно.

Для решения задачи наведения воспользуемся глазомерным способом решения задачи наведения с расчетами в уме.

По следующим эмпирическим формулам рассчитаем в уме:

- радиус разворота:  $R_{60^\circ} = 3,5$  км;
- для крена  $\beta = 60^\circ$ :  $R_{60^\circ} = \frac{V}{100} - 5,5$ ;
- интервал:  $I = R$  ( $I = 3,5$  км);
- время разворота на  $180^\circ$  в с: ( $\beta = 60^\circ$ ,  $t_{180^\circ} = 45$  с = 0,75 мин);
- для крена  $\beta = 60^\circ$ :  $t_{180^\circ} = 0,15 \times V = \frac{V}{20}$ ;
- время разворота на  $90^\circ$  в с: ( $\beta = 60^\circ$ ,  $t_{90^\circ} = 22,5$  с = 0,375 мин);
- дальность вывода ( $D_{выв}$ ): ( $D_{выв} = 70$  км):

$$D_{выв} = (V_u + V_{ц}) \times t_{сбл} + D_n = V_{сбл} \times t_{сбл} + D_n;$$

- упрежденную дальность разворота ( $D_{упр}$ ): ( $D_{упр} = 77,25$  км)

$$D_{упр} = V_{ц} \times t_{90^\circ} + D_{выв} + R;$$

– точку начала разворота (ТНР) определим практически, при выполнении наведения, при совпадении расчетных  $I$  и  $D_{упр}$ .

По полученным расчетным данным выполним практическое глазомерное наведение на тренажере.

### **Порядок выполнения упражнения**

1. Команду на запуск перехватчику дает ОБУ КП.
2. Выруливание и взлет по команде РП.
3. Прием управления от РДЗ ОБУ осуществляет на установленном рубеже.
4. После доклада летчика о переходе на канал наведения ОБУ КП задает ему курс в ИТН, скорость и высоту полета.
5. После выхода в ИТН ОБУ КП подает команду летчику на изменение курса для выхода перехватчика в ТНР, обеспечивающего выход в ППС цели, высоту и время полета.
6. С выходом перехватчика в ТНР КП задает летчику курс для выхода перехватчика на встречный с целью курс в ППС на расчетную дальность.
7. После выхода перехватчика в ППС на расчетной дальности ОБУ КП дает команду летчику на включение БРЛС на излучение и информирует о положении цели относительно перехватчика.
8. С дальности захвата цели ОБУ КП дает целеуказания через каждый оборот антенны РЛС, осуществляет постоянный контроль за высотой перехватчика и цели, подсказывает перехватчику безопасную сторону выхода после атаки.
9. После доклада летчика о выполнении задания ОБУ КП задает летчику курс, высоту для выхода на аэродром посадки.
10. Передача управления от ОБУ КП к РДЗ и перевод перехватчика на стартовый канал осуществляется на установленном рубеже (75-60 км), при этом указывается позывной летчика и координаты перехватчика (азимут, дальность, высота).

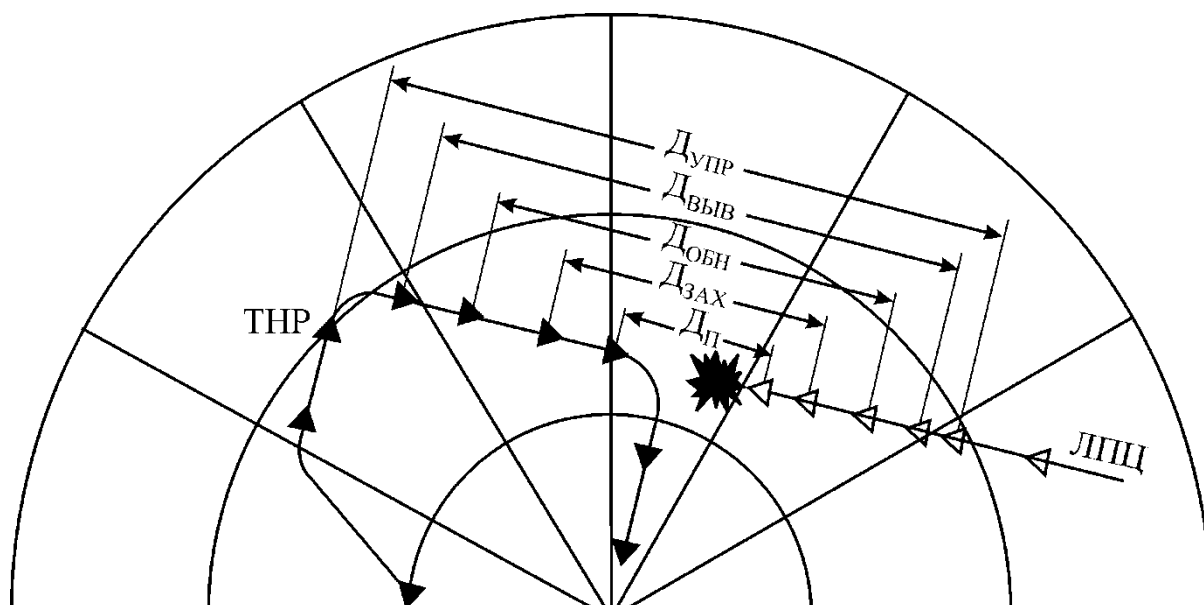


Рис. 7.15. Схема наведения истребителя на цель методом «Маневр» в ППС глазомерным способом на ИКО РЛС (масштаб – 150 км)

### Порядок ведения радиообмена (рис. 7.15)

#### 1. При приеме управления:

РБЗ по ГГС: «КП, азимут 280, дальность 50, 401-й»

ОБУ по ГГС: «401-го вижу, на 6-ой»

РБЗ: «401-й, переход на 6-ой»

л-к: «401-й понял»

#### 2. На канале наведения:

л-к: «Ладога, 401-й на 6-ом, курс 280, высота 3, к работе готов»

ОБУ: «401-й, Ладога, курс 290, высота 4000, скорость 900»

л-к: «401-й понял»

#### 3. После выхода в ИТН:

ОБУ: «401-му курс 20, высота 4000, 2 мин»

л-к: «401-й понял»

л-к: «401-й на курсе 20, высота 4000»

ОБУ: «401-й установите ППС, дельта Н+1, высота цели 5000»

#### 4. При выходе в ТНР на встречный курс с целью:

ОБУ: «401-му, разворот вправо, крен 45 до курса 100»

л-к: «401-й понял»

#### 5. После выхода перехватчика на встречный курс с целью (в ППС цели):

л-к: «401-й на курсе 100, высота 4000»

ОБУ: «401-му, излучение, цель по курсу 80, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

ОБУ: «401-й, цель по курсу 60, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

6. После обнаружения летчиком цели на экране БРЛС или ТП:

л-к: «401-й, цель вижу»

ОБУ: «401-й, дальность 50, работу разрешаю»

л-к: «401-й понял, высота 4000»

ОБУ: «401-й, цель по курсу, дальность 40, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

7. После захвата цели БРЛС или ТП:

л-к: «401-й, захват»

ОБУ: «401-й, дальность 30, после работы выход вправо»

л-к: «401-й, понял, высота 4000»

ОБУ: «401-й, цель по курсу, дальность 20, выше 1000»

л-к: «401-й понял»

8. При выходе на дальность пуска ракеты:

л-к: «401-й, пуск, выхожу вправо»

ОБУ: «401-й, вправо, курс 160, высота 2800»

л-к: «401-й понял»

л-к: «401-й, курс 160, высота 2800»

ОБУ: «401-го понял»

9. На рубеже передачи управления:

ОБУ: «401-й, режим УВД»

л-к: «401-й понял»

ОБУ по ГГС: «РБЗ, азимут 10, удаление 60, 401-й»

РБЗ по ГГС: «КП, 401-го наблюдаю, переводите»

ОБУ: «401-й, удаление 60, на стартовый (7-й канал)»

## Вопросы для самоконтроля

1. В чем сущность метода наведения «Маневр»?
2. Назовите этапы наведения истребителей методом «Маневр».
3. Дайте определение, что такое интервал ( $I$ ).
4. Дайте определение, что такое упрежденная дальность разворота ( $D_{упр}$ ).
5. Дайте определение, что такое дальность вывода ( $D_{выв}$ ).
6. Дайте определение, что такое длина прямой третьего этапа ( $L_0$ ).
7. Какие величины, определяющие форму траектории истребителя при наведении, называются параметрами траектории полета истребителя?
8. В чем состоит сущность инструментального способа при применении различного вида приспособлений (построителей, палеток) для решения задачи наведения?
9. Каков порядок изготовления палетки с масштабно-временными отрезками для конкретного значения скорости полета истребителя и цели?
10. Какова методика пользования палеткой с масштабно-временными отрезками?
11. В чем состоит сущность глазомерного способа решения задачи наведения с расчетом в уме при наведении методом «Маневр»?
12. Назовите эмпирические формулы расчета радиуса разворота ( $R$ ) в километрах при полете истребителя на скоростях до 1500 км/ч и более.
13. Назовите эмпирические формулы расчета времени разворота на  $180^\circ$  в секундах при выполнении разворота с различными кренами.
14. Каков порядок определения момента разворота по курсовому углу истребителя при наведении методом «Маневр»?
15. В чем состоит сущность графического способа решения задачи наведения способом перпендикуляров и способом аналогии с методом «Параллельное сближение»?
16. В чем состоят особенности наведения на маневрирующие цели при наведении методом «Маневр»?



17. В чем заключается влияние маневра воздушной цели в горизонтальной плоскости на траекторию полета истребителя?

18. В чем заключается влияние маневра воздушной цели в горизонтальной плоскости на втором этапе наведения методом «Маневр» на траекторию полета истребителя?

19. Дайте итоговую оценку метода. Назовите положительные и отрицательные свойства метода наведения «Маневр».

## **ГЛАВА 8. СПОСОБЫ ВЫВОДА САМОЛЁТОВ НА НАЗЕМНЫЕ ЦЕЛИ**

Обеспечение вывода самолетов на наземные цели является одной из важнейших задач расчетов КП и, прежде всего, ОБУ. В зависимости от навигационной обстановки и оборудования самолета его выход на наземную цель может осуществляться следующими способами:

1. Наведением с использованием ИКО РЛС:

- путевым способом;
- маршрутным способом;
- курсовым способом.

2. Полетом по заданному маршруту с использованием прицельно-навигационных комплексов (ПРНК):

- с выходом на запрограммированную цель;
- с выходом на незапрограммированную цель.

3. Визуально по курсу и времени полета от контрольного ориентира.

## **§ 8.1. Вывод самолетов на наземные цели с помощью радиолокационных станций (РЛС)**

Измерение азимута и дальности наземных целей, выбор и прокладка маршрута полета самолетов ИБА выполняется на карте стола-планшета.

На экран ИКО наносятся заданные цели, маршруты полета и другие необходимые данные, снятые с карты стола-планшета. Решение задачи наведения на наземную цель сводится к определению потребного курса полета, оставшегося расстояния и времени полета до точки начала маневра (ТНМ).

Курс и время передаются на борт самолета. Оставшееся до наземной цели расстояние измеряется глазомерно или с помощью простейших устройств непосредственно на экране ИКО или столе-планшете.

В процессе наведения самолетов на наземную цель наибольшую трудность представляет определение потребного курса полета.

В настоящее время способы наведения с помощью РЛС по существу различаются способами определения потребного курса следования (способами исправления ошибок при полете по маршруту), которые классифицируются следующим образом:

- по угловому отклонению от линии заданного пути (путевой способ);
- по последовательным доворотам самолета на наземную цель (курсовой способ);
- по подбору курса следования по линии заданного пути (маршрутный способ).



Рис. 8.1. Определение поправки в курс путевым способом  
с использованием ИКО РЛС

Величина ДП зависит от пройденного пути ( $S_{np}$ ) и оставшегося расстояния ( $S_{ост}$ ) до наземной цели.

При наличии линейного бокового уклонения (ЛБУ) из рис. 8.1 получим:

$$tgДП = \frac{ЛБУ}{S_{ост}}, \quad (8.2)$$

но в то же время

$$ЛБУ = S_{np} \times tgБУ, \quad (8.3)$$

поэтому окончательно

$$tgДП = \left( \frac{S_{np}}{S_{ост}} \right) \times tgБУ. \quad (8.4)$$

Для быстрого определения БУ в градусах, зная ЛБУ и пройденное расстояние ( $S_{np}$ ), с достаточной для практики точностью, необходимо запомнить и использовать эмпирическую формулу (8.5), которая обеспечивает достаточную для практики точность расчетов

$$БУ = ЛБУ \times \frac{60}{S_{np}} = 6 \times \frac{ЛБУ}{0,1} \times S_{np}. \quad (8.5)$$

Для быстрого определения поправки в курс следования самолета при глазомерном наведении ОБУ необходимо знать следующие способы расчета величины поправки:

1. Если самолет прошел одну треть ( $1/3$ ) расстояния до наземной цели, когда  $S_{np} = 1/3 S_u$ , а  $S_{ост} = 2/3 S_u$ , то:

$$\begin{aligned} ПК &= БУ + ДП = БУ + \arctg((1/3 S_u \, tgБУ)/(2/3 S_u)) = \\ &= БУ + \arctg(1/2 tgБУ) = 3/2 БУ = 1,5 БУ, \end{aligned}$$

т.е.

$$ПК = 1,5 \times БУ. \quad (8.6)$$

2. Если самолет прошел половину ( $1/2$ ) расстояния до наземной цели, когда  $S_{np} = S_{ocm} = 1/2 S_u$ , то

$$ПК = БУ + \arctg((1/2 S_u \operatorname{tg} БУ) / (1/2 S_u)) = БУ + \arctg(\operatorname{tg} БУ) = 2БУ,$$

т.е.

$$ПК = 2 \times БУ. \quad (8.7)$$

3. Если самолет прошел две трети ( $2/3$ ) расстояния до наземной цели, когда  $S_{np} = 2/3 S_u$ , а  $S_{ocm} = 1/3 S_u$ , то

$$\begin{aligned} ПК &= БУ + \arctg((2/3 S_u \operatorname{tg} БУ) / (1/3 S_u)) = БУ + \arctg(2 \times \operatorname{tg} БУ) = \\ &= БУ + 2БУ = 3БУ, \end{aligned}$$

т.е.

$$ПК = 3 \times БУ. \quad (8.8)$$

Угловая величина БУ зависит от ЛБУ и пройденного самолетом расстояния. Для наведения на наземные цели ОБУ необходимо знать способы расчета в уме бокового уклонения и поправок в курс в градусах, т.е. запомнить формулы (8.6), (8.7), (8.8).

Знак поправки определяется стороной уклонения:

- при уклонении самолета влево поправка прибавляется к выдерживаемому летчиком курсу (знак «+»);
- при уклонении вправо поправка вычитается (знак «-»).

Порядок определения величины БУ и ПК рассмотрим на примерах.

Определим БУ (при наведении на наземную цель с использованием ИКО РЛС путевым способом) при помощи эмпирических формул:

1. Боковое уклонение (по ЛБУ и пройденному расстоянию ( $S_{np}$ ))

$$БУ = ЛБУ \times \frac{60}{ЛБУ} = 6 \times \frac{ЛБУ}{0,1} \times S_{np}.$$

2. Поправку в курс (по пройденному расстоянию ( $S_{np}$ ))

- если  $S_{np} = 1/3 S_u$ , а  $S_{ocm} = 2/3 S_u$ , то  $ПК = 1,5 \times БУ$ ;
- если  $S_{np} = S_{ocm} = 1/2 S_u$ , то  $ПК = 2 \times БУ$ ;
- если  $S_{np} = 2/3 S_u$ , а  $S_{ocm} = 1/3 S_u$ , то  $ПК = 3 \times БУ$ .

**Пример 1**

Пролетев 25 км, самолет уклонился от ЛЗП на 4 км.

Определите боковое уклонение в градусах?

**Решение**

По эмпирической формуле (8.5) определяем БУ

$$БУ = 4 \times 60 / 25 = 9,6^\circ.$$

Задача по определению поправки в курс может быть решена также с помощью НЛ-10М. Ключи показаны в нижней части рис. 8.1.

**Пример 2.**

Пролетев 40 км, самолет уклонился от ЛЗП на 5 км влево.

Определите поправку в курс, ее знак, если оставшееся расстояние до наземной цели ( $S_{ост}$ ) равно 30 км.

**Решение**

1. На НЛ-10М (рис. 8.1.) определяем БУ и ДП:  $БУ = 7^\circ$ ,  $ДП = 9,5^\circ$ .
2.  $ПК = БУ + ДП = 7^\circ + 9,5^\circ = 16,5^\circ$ .
3. Т.к. самолет уклонился от ЛЗП влево, то поправка берется со знаком «+», т.е.  $ПК = + 16,5^\circ$ .

**Пример 3.**

Пролетев 30 км, самолет уклонился от ЛЗП на 5 км вправо.

Определить, при наведении путевым способом, поправку в курс, ее знак, если оставшееся расстояние до наземной цели ( $S_{ост}$ ) равно 30 км.

**Решение**

1. По эмпирической формуле (8.5) определяем БУ:

$$БУ = ЛБУ \times \frac{60}{S_{пр}} = 5 \times \frac{60}{30} = 10^\circ.$$

2. По эмпирической формуле (8.7) определяем ПК:

$$ПК = 2 \times БУ = 2 \times 10^\circ = 20^\circ.$$

3. Так как самолет уклонился от ЛЗП вправо, то поправка берется со знаком «-», т.е.  $ПК = -20^\circ$ .

### Достоинства способа

1. Путьевой способ наведения не требует большого числа команд с земли, и поэтому может применяться при одновременном наведении нескольких самолетов или групп на одну или несколько наземных целей.

2. ОБУ может рассчитать поправку в курс в уме, определив глазомерно на ИКО пройденный и оставшийся путь и величину линейного бокового отклонения (ЛБУ).

### Недостатки способа

1. Способ не обеспечивает вывод самолета на цель с указанного направления.
2. Затруднено точное измерение углов БУ и ДП на ИКО.

### Курсовой способ

Сущность наведения самолетов на наземную цель курсовым способом заключается в том, что при отклонении самолета от линии заданного пути ОБУ задает курс непосредственно на наземную цель и выход осуществляется последовательными доворотами (рис. 8.2).

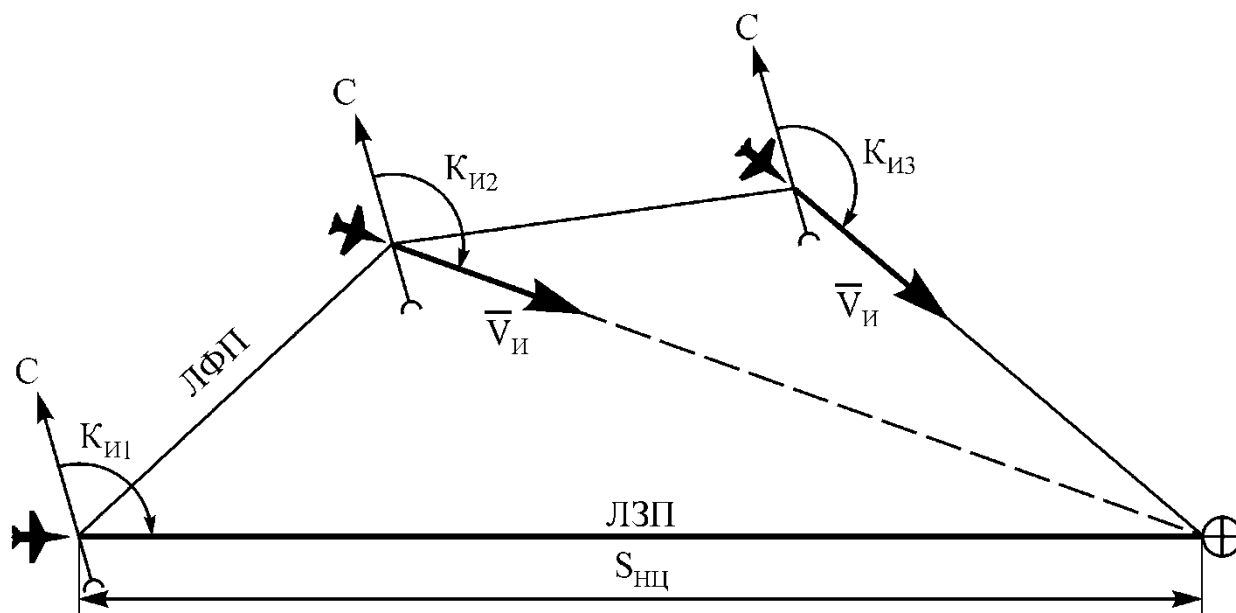


Рис. 8.2. Вывод самолета на наземную цель курсовым способом с использованием ИКО РЛС

Курсовой способ применяется при наведении самолетов на наземную цель с экрана ИКО в основном на конечном этапе наведения.



Для определения величины поправки в курс, на которую необходимо довернуть самолет, рекомендуется вести прокладку пути самолета на экране ИКО РЛС стеклографом.

Величина поправки в курс определяется глазомерно как угол между фактической линией пути (ЛФП) и направлением от самолета на наземную цель.

### **Достоинства способа**

1. Курсовой способ позволяет одному ОБУ осуществлять наведение нескольких самолетов одновременно, так как не требует непрерывного контроля за положением самолетов относительно ЛЗП и выполнения расчетов.

2. Курсовой способ может быть использован при наведении и в тех случаях, когда отметки своих самолетов на экране РЛС появляются нерегулярно или кратковременно.

3. Способ может применяться, когда невозможно определить величину поправки в курс, например, при повторных заходах на НЦ или во время выполнения «Горки».

**Недостаток способа:** курсовой способ не позволяет вывести самолет на наземную цель с заданного направления.

### **Маршрутный способ**

Сущность наведения самолетов на наземную цель маршрутным способом заключается в том, что ОБУ, определив угол отклонения, по кратчайшему пути выводит самолет на линию заданного пути, после чего задает летчику новый курс полета с учетом бокового уклонения, величина которого примерно соответствует углу сноса (УС) (рис. 8.3).

Таким образом, самолет приводится к заданному маршруту, а вектор его путевой скорости направляется вдоль линии заданного пути.

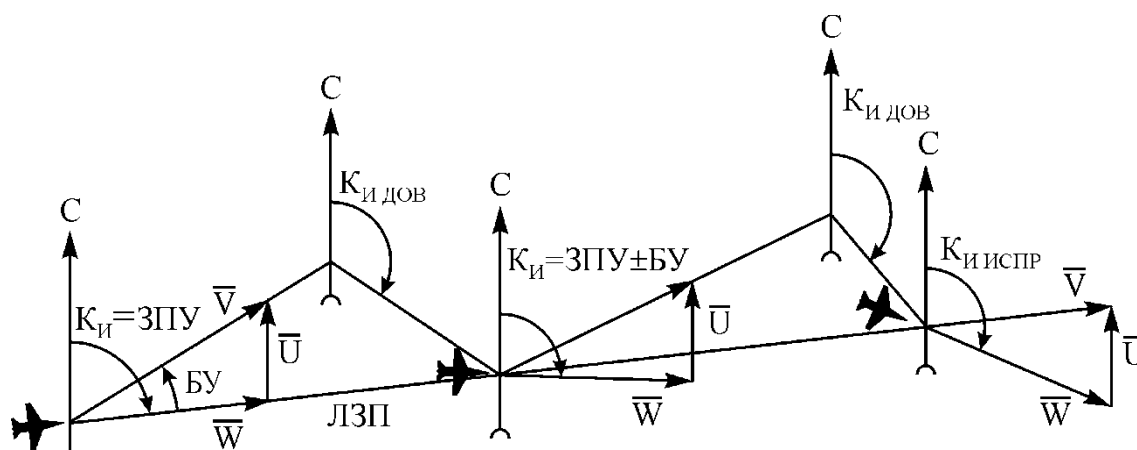


Рис. 8.3. Вывод самолета на цель маршрутным способом с использованием ИКО РЛС

### Последовательность работы ОБУ

1. При подходе самолета к ИТН или контрольному ориентиру (КО) летчику задается курс, высота и скорость полета.

2. При отклонении самолета в ту или иную сторону от ЛЗП определяется БУ в градусах и подается команда летчику на доворот в сторону ЛЗП, при этом угол доворота (УД) берется практически равным трем БУ, т.е.:

$$\begin{aligned} \text{УД} &= 3 \times \text{БУ}, \\ K_{и\text{ до в}} &= 3ПУ \pm \text{УД}. \end{aligned} \quad (8.9)$$

3. В момент выхода самолета на ЛЗП летчику задается новый курс полета, исправленный на величину БУ.

Расчет исправленного курса полета производится по формуле

$$K_{и\text{ испр}} = 3ПУ \pm \text{БУ}, \quad (8.10)$$

где  $3ПУ$  – заданный путевой угол от ИТН или КО, знак (+) берется при отклонении самолета влево.

В дальнейшем при отклонениях самолета от ЛЗП описанные выше действия повторяются до тех пор, пока не будет подобран курс полета самолета, при котором самолет не будет отклоняться от ЛЗП.

Практически для этого достаточно исправить курс следования не более 3 раз.

**Достоинство способа:** маршрутный способ обеспечивает выход самолета на наземную цель с заданного направления.

**Недостаток способа:** необходимость постоянного наблюдения за полетом самолета, что уменьшает возможность одновременного наведения нескольких самолетов.

При действиях по наземным целям, расположенным на больших дальностях от позиций РЛС, и полете на малых высотах будут значительные участки автономного полета. На этих участках летчик должен осуществлять выход на наземную цель с помощью технических средств, имеющихся на борту самолета.

## § 8.2. Вывод самолетов на наземные цели с помощью прицельно-навигационных комплексов (ПРНК)

Имеющиеся на борту современных истребителей-бомбардировщиков прицельно-навигационные комплексы (ПРНК) позволяют с высокой точностью выходить на запрограммированные цели.

Ошибки измерения азимута и дальности на самолете составляют соответственно  $\pm 0,25^\circ$  и  $\pm 200$  м.

Ошибки измерения азимута и дальности на карте стола-планшета (масштаб – 1: 500000) составляют соответственно  $\pm 1^\circ$  и  $\pm 250 \div 500$  м.

Ошибки измерения азимута и дальности самолета с помощью наземного индикатора РЛС составляют соответственно  $2^\circ$  и 2,5 км.

В то же время при постановке задач в воздухе часто возникает необходимость нанесения удара по незапрограммированным целям, а наземные РЛС обеспечивают наведение самолетов на высотах 300 м и менее в радиусе до 40-50 км, что значительно меньше радиуса действия истребителей-бомбардировщиков. Поэтому в частях ИБА применяется способ выхода на незапрограммированные цели с использованием ПРНК (рис. 8.4).

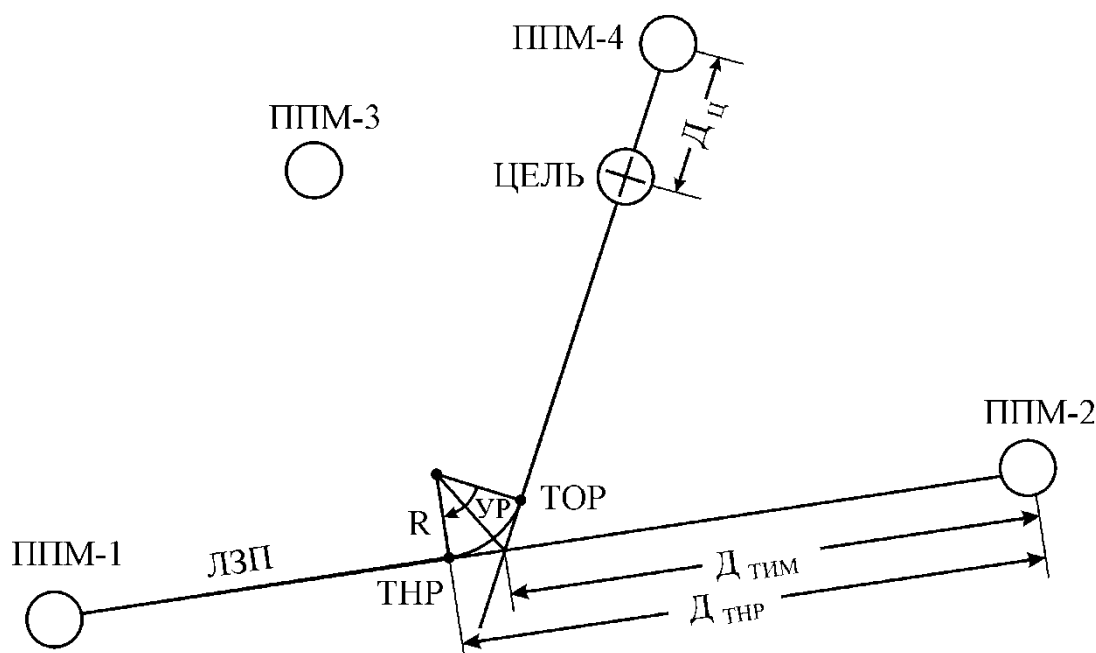


Рис. 8.4. Выход на незапрограммированные цели с использованием ПРНК

Сущность этого способа сводится к тому, что по периметру района боевых действий выбираются произвольные поворотные пункты маршрута (ППМ) и их координаты вводятся в БЦВМ ПРНК для создания единого поля целеуказания, позволяющего определить координаты любой цели в этом районе относительно каждого из ППМ.

Карты района боевых действий с идентично выбранными и пронумерованными ППМ готовятся летчиками и расчетами ПУ.

### Последовательность работы ОБУ

1. После получения задачи о выводе (перенацеливании) самолетов на незапрограммированную цель нанести цель на карту.

2. Провести на карте створную прямую линию через цель и один из запрограммированных пунктов (например, ППМ-4) до пересечения с ЛЗП самолета (например, ППМ-1 – ППМ-2).

3. Определить расстояние от цели до ППМ, через который проведена створная линия «ППМ-4 – Цель» ( $D_{ц}$ ).

4. Проложить участок маршрута, обеспечивающий сход самолета с ЛЗП на незапрограммированную цель (участок разворота) с учетом расчетного радиуса разворота.

5. Определить графически расстояние от первоначально выбранного ППМ до точки начала разворота из ППМ-2. Это расстояние можно определить с использованием формулы

$$D_{твр} = R \times \operatorname{tg}\left(\frac{УР}{2}\right) + D_{тим} + \Delta,$$

где  $R$  – радиус разворота;

$УР$  – угол разворота;

$D_{тим}$  – расстояние от ППМ до точки излома маршрута (ТИМ);

$\Delta$  – поправка на запаздывание срабатывания переключения ПРНК с одного ППМ на другой и системы автоматического управления на разворот самолета ( $\Delta = 2$  км).

6. Передать летчику данные о величине  $D_{твр}$ , номере ППМ, на который следует оперативно перейти на  $D_{твр}$ , и расстояние  $D_{ц}$ .

## Действия летчика

Летчик, получив указанную информацию, выводит самолет на ЛЗП (ППМ-1 - ППМ-2), над ППМ-1 на пульте навигации включает ППМ, заданный с КП (ППМ-2).

На дальности  $D_{тнр}$  до ППМ-2 летчик производит повторное переключение ПРНК на новый, названный ОБУ ППМ (ППМ-4) и продолжает автоматически полет к цели до ее обнаружения на указанной с ПУ дальности  $D_{ц}$  относительно последнего ППМ (ППМ-4), индицируемой на приборе дальности до цели.

После получения боевой задачи и данных о положении цели относительно запрограммированных в ПРНК ППМ летчик не нуждается в дальнейшей информации с ПУ о своем местонахождении и может выполнять полет на любых высотах (в том числе длительный полет вне радиолокационной видимости своих РЛС) и режимах полета.

Необходимая информация о текущих значениях дальностей до ППМ, включая дальности  $D_{тнр}$  и  $D_{ц}$ , вырабатывается постоянно. Полет можно выполнять как в ручном, так и в автоматическом режиме.

За 8-10 км до цели летчик начинает ее поиск и после обнаружения атакует с ходу или после дополнительного маневра.

При этом способе вывода самолет с ПРНК можно использовать как самостоятельно, так и в качестве лидера для других самолетов, не имеющих ПРНК.

Время, потребное расчетам КП для определения необходимых исходных данных и выдачи их летчику при перенацеливании и постановке задачи в воздухе не превышает 2-3 мин. В случае применения для этих целей простейших приспособлений (палеток), а также вспомогательных таблиц или графиков для определения радиусов разворота, дальностей до ТНР и целей это время может составлять менее 1 мин.

Рассмотренный способ может применяться для вывода истребителей-бомбардировщиков и на вновь выявленную цель, когда данные о ее местонахождении сообщают летчику непосредственно перед вылетом или по радио после взлета.

### **§ 8.3. Вывод самолетов на наземные цели визуально по курсу и времени от контрольного ориентира (КО)**

Отличительной особенностью и положительной стороной этого способа вывода самолетов является возможность после получения задачи летчиком (группой) выполнения ее при отсутствии связи с землей, что очень важно в полетах на малых высотах и при применении противником радиопомех.

При постановке задачи в воздухе данные для выхода на цель сообщаются летчику непосредственно после взлета, когда радиосвязь устойчива и вероятность эффективного подавления противником радиосвязи меньше, чем при полете над его территорией.

Сущность выхода на вновь выявленные НЦ этим способом состоит в том, что в полосе боевых действий выбираются и рассчитываются осевые маршруты, которые наносятся на полетные карты, а также на карты КП (ПНЦ) (рис. 8.5).

На осевых маршрутах выбираются ориентиры через 30-50 км (2-3 мин полета). В качестве опорных ориентиров намечаются хорошо наблюдаемые с малых высот (с дальностей не менее 5-6 км) наземные ориентиры (точка пересечения линейных ориентиров, характерный изгиб, отдельный элемент площадного ориентира, обособленные горные вершины и т.д.), слабо или вообще не прикрытые зенитными средствами противника.

Кроме того, на карты наносятся другие данные обстановки: ИТН, аэродромы, рубежи передачи управления, зоны действия средств ПВО, коридоры пролета линии фронта.

На КП (ПНЦ) для этой цели следует выбирать карту масштаба – 1 : 200 000 (2 км).

Все осевые маршруты и опорные ориентиры должны быть пронумерованы.

Номера ориентиров обозначаются двузначным числом: первая цифра – номер маршрута; вторая – порядковый номер ориентира от ИТН. ИТН обозначается однозначным числом.

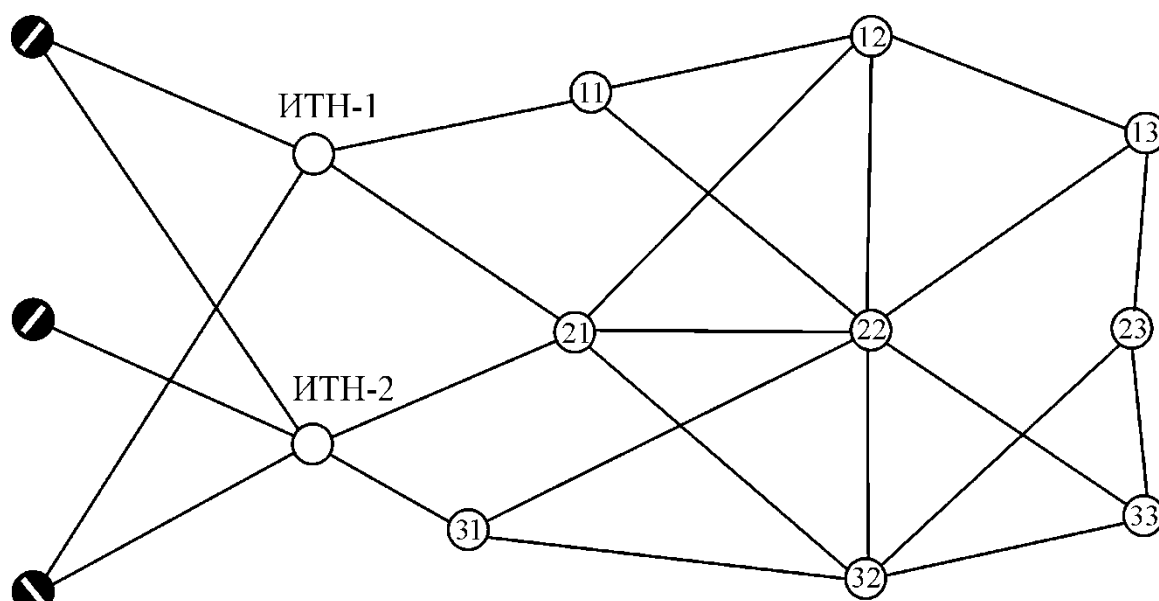


Рис. 8.5. Осевые маршруты и контрольные ориентиры

При постановке задачи на нанесение удара по вызову на земле летчику сообщается характер цели и ее местонахождение. Он прокладывает линию пути на цель от одного из опорных ориентиров и производит выход от него на цель по курсу и времени.

При постановке задачи летчику в воздухе информация с ПУ должна содержать: осевой маршрут и опорный ориентир, от которого должен производиться выход на цель, курс и время полета от опорного ориентира до цели, характер и местоположение цели относительно ориентиров на местности.

Информация должна передаваться в строго определенной последовательности, которая известна летному составу. Это позволяет до минимума сократить радиообмен, исключив из него поясняющие слова и сделать информацию предельно четкой и ясной. Содержание информации для постановки летчику задачи в воздухе должно полностью записываться и передаваться по готовому тексту.

Контроль за экипажами при полете по заданным маршрутам может осуществляться:

1. По ИКО РЛС ПНЦ при полете в зоне видимости РЛС.

В случае постановки противником активных и пассивных помех, не позволяющих наблюдать отраженные сигналы самолетов, используются системы активного ответа и опознавания.



При полете групп на малых высотах вне зон видимости РЛС используется метод выполнения «Горки» над определенными КО до высот входа в зоны видимости РЛС ПУ.

2. По докладам летчиков (командиров групп) через самолет-ретранслятор о проходе КО.

3. По штилевым расчетам полета самолетов или по путевой скорости и времени полета на участках маршрута.

Во всех случаях на ПУ должны вестись проводка самолетов на планшетах по данным РЛС и штилевая прокладка пути при полете за пределами зон видимости РЛС. При ведении штилевой прокладки ОБУ обязан следить по экрану ИКО за появлением отметок своих самолетов на участках выполнения «Горки». С появлением отметок ОБУ определяет боковое отклонение и передает летчику курсовую поправку. ОБУ информирует ведущих групп о входе в зоны обстрела известных ЗУР противника или дает команды на выполнение конкретных маневров.

Достижение целей удара зависит от полного и точного выполнения своих задач группами обеспечения (доразведки, подавления ПВО, прикрытия и т.д.). Поэтому боевому расчету ПНЦ следует внимательно следить за выполнением полетов этих самолетов и в установленном порядке принимать от экипажей информацию с тем, чтобы своевременно оказать помощь, внести коррективы в действия ударной и обеспечивающей групп.

При полетах на малых высотах вне зоны видимости РЛС применяется выполнение летчиком «Горки» на заранее установленном участке перед целью (за 30-40 км) для входа в зону видимости РЛС.

Команды на изменение курса должны прекращаться за 30-20 с (7-5 км) до подхода самолета к цели. С этой дальности летчикам дается информация об удалении до цели, о направлении поиска относительно линии пути самолета, а также о положении цели относительно ориентира на местности.

ОБУ ПНЦ в пределах зон видимости своих РЛС постоянно следит за направлениями (секторами) возможного появления истребителей противника, обеспечивает маневрирование группы прикрытия своих самолетов таким образом, чтобы при появлении противника ввести их в бой за минимальное время на возможно большем удалении от района действий ударных групп.

В условиях быстрого изменения обстановки в период нанесения удара, возможных изменений первоначального плана удара, большой вероятности атак истребителей противника может возникнуть необходимость разделения функций управления различными группами тактического назначения между 2-3 ОБУ с сохранением общего руководства со стороны старшего смены.

После выполнения задания расчет ПНЦ получает по радио от ведущих групп сведения о результатах удара, оказывает им помощь в сборе групп и выходе на ЛЗП обратного маршрута, уточняет остаток топлива.

Вывод на обратный маршрут в зоне видимости РЛС ПНЦ, как и наведение на цель, осуществляется передачей команд, задающих курс полета. При возвращении на малых высотах летчик должен получить данные о курсе и времени полета от цели на опорный ориентир обратного маршрута.

Осуществляя контроль за возвращающимися экипажами, ОБУ обязан убедиться, что самолеты идут точно в заданном коридоре для пролета линии фронта и зон действия средств ПВО, проинформировать взаимодействующие ПУ войсковой ПВО о времени, составе группы, высоте и маршруте пролета их зоны.

На рубеже передачи управления ОБУ передает управление группами (экипажем) на ОКП авиации и ПВО А (ТА) или непосредственно на КП авиационной части. Боевой расчет КП управляет экипажами и закладывает основу формирования потока самолетов для захода на посадку.

## Вопросы для самоконтроля

1. Какие способы вывода самолетов на наземные цели Вы знаете?
2. В чем суть вывода самолетов на наземные цели с помощью РЛС?
3. В чем сущность наведения самолетов на наземные цели путевым способом?
4. Каковы способы исправления ошибок при полете по маршруту путевым способом?
5. В чем сущность наведения самолетов на наземные цели курсовым способом?
6. Назовите способы исправления ошибок при полете по маршруту курсовым способом.
7. В чем сущность наведения самолетов на наземные цели маршрутным способом?
8. Назовите способы исправления ошибок при полете по маршруту маршрутным способом.
9. В чем сущность вывода самолетов на наземные цели с помощью прицельно-навигационных комплексов (ПРНК)?
10. В чем заключается выход на незапрограммированные цели с использованием ПРНК?
11. В чем заключается вывод самолетов на наземные цели визуально по курсу и времени от контрольного ориентира?
12. Как сделать выбор осевых маршрутов, контрольных ориентиров и их нумерацию?

## ГЛАВА 9. НАВЕДЕНИЕ САМОЛЕТОВ НАЗЕМНЫЕ ЦЕЛИ

Благодаря достижениям науки и техники ВВС РФ оснащаются типами самолетов фронтовой авиации, которые по боевым возможностям могут успешно действовать по воздушным, а также наземным (морским) целям.

Истребительная авиация, кроме выполнения основных задач, может привлекаться к ведению воздушной разведки, нанесению ударов по наземным (морским) целям в условиях противодействия средств ПВО противника.

Вывод самолетов на наземные цели по месту и времени является одной из важнейших задач, стоящих перед экипажами и расчетами ПУ.

Для обеспечения реализации основных тактических требований, как этого требует боевой Устав ВВС, необходимо повысить эффективность управления экипажами для вывода их на цель с заданного направления и нанесения поражения с первого захода.

Основное внимание в данной главе будет уделено методике выбора маршрута и профиля полета к цели, способам решения задач и приемам наведения с ИКО РЛС.

## § 9.1. Условия наведения на наземные цели

Условия выполнения боевого полета к наземной цели будут зависеть от тактической, метеорологической, радиолокационной обстановки и влиять на точность выхода самолетов на наземные цели по месту и времени.

Одним из наиболее эффективных тактических приемов противодействия средствам ПВО является выполнение полетов на малых и предельно малых высотах с использованием рельефа местности. Полет на таких высотах существенно уменьшает дальность обнаружения самолетов наземными РЛС и снижает эффективность действия средств ПВО противника. Однако весь полет над территорией противника нецелесообразно выполнять только на предельно малых высотах в связи с тем, что затрудняется самолетовождение, пилотирование самолета и поиск наземных целей.

Полет на малых и предельно малых высотах характеризуется следующими условиями:

- ограниченным обзором местности из кабины летчика;
- ограниченным временем на опознавание ориентиров экипажем вследствие быстрого их перемещения относительно самолета;
- сложностью пилотирования самолета.

Объектами ударов эскадрильи, звеньев, пар истребителей являются:

- войска в районах сосредоточения и на марше;
- самолеты и другие объекты на аэродромах;
- средства ПВО;
- пункты управления;
- радиоэлектронные средства;
- ракетно-ядерные средства;
- воздушные десанты в районах высадки (выброски);
- катера и легкие корабли.

Удары по наземным целям наносятся управляемыми и неуправляемыми ракетами, бомбами, зажигательными средствами и огнем из пушек, как правило, днем в простых метеорологических условиях.

Основными способами боевых действий эскадрильи являются одновременный и последовательный удары звеньями, парами. Одновременные удары наносятся основными силами эскадрильи по заранее разведанным целям. Последовательные удары эскадрильи наносит по одному или по нескольким объектам в заданное время или по вызову с КП из готовности № 1.

Маршрут, профиль и режим полета истребителей к объекту удара выбираются с учетом:

- удаленности объекта;
- степени его защищенности средствами ПВО;
- рельефа местности;
- состояния погоды;
- времени суток;
- степени радиоэлектронного подавления средств управления истребителями противника и зенитными ракетными комплексами (ЗРК).

При выборе маршрута, профиля и параметров полета необходимо предусматривать:

- обход зон поражения ЗРК или их пролет через наименее поражаемые участки;
- полет в полосе (районе), где средства ПВО противника уничтожены или подавлены;
- использование рельефа местности и малых высот полета в целях радиолокационной маскировки полета;
- минимально возможное время полета над территорией противника (зоной поражения средствами ПВО противника).

Выбранный маршрут полета должен обеспечивать:

- возможность ведения визуальной ориентировки и применение навигационных радиотехнических систем;
- обход зон поражения средств ПВО противника;
- защиту от столкновения с наземными препятствиями.

Профиль полета выбирается одновременно с маршрутом и должен обеспечить возможность управления полетом истребителей с КП (в этом случае

должна быть большая высота полета истребителя) и преодоление средств ПВО противника (в этом случае полет должен проходить на малых и предельно малых высотах).

Эти два противоречивых требования нуждаются в компромиссном решении.

Точность и внезапность выхода на цель истребителей достигается:

- умелым использованием навигационных систем и малых высот на большой скорости;
- заходом на объект с тыла, со стороны солнца, облачности, темных частей горизонта, вдоль лощин и других участков местности, не просматриваемых радиолокационными средствами противника.

Направление захода на цель должно, кроме того, обеспечить наилучшие условия ее обнаружения, выхода в атаку без дополнительного маневра в зоне огня средств ПВО.

Для обеспечения точного выхода на цель и ее обнаружения при подготовке к боевому полету используются фотосхемы, фотопланшеты целей, крупномасштабные и рельефные карты.

Особенности наведения, которые необходимо учитывать при наведении истребителей на наземные цели, следующие:

1. Юстировка антенн наземных РЛС, по данным которых выполняется наведение, производится с максимальной точностью по истинному меридиану.
2. Координаты наземных целей, на которые наводятся самолеты, снимаются с карты крупного масштаба.
3. В процессе наведения возможны частые пропадания отметок от самолетов на экране ИКО, а также нарушение радиообмена между ОБУ и летчиком.
4. Часть наведения выполняется по штилевой прокладке пути самолета на столе-планшете или на экране ИКО.
5. Особое значение приобретает умение ОБУ быстро определять и правильно исправлять ошибки летчика при полете к цели по маршруту.
6. Истребитель должен выводиться в такую точку начала маневра, из которой летчик может обнаружить наземную цель и выполнить маневр для ее атаки.

## § 9.2. Подготовка ОБУ к наведению

Успех боевых действий авиационных частей и подразделений достигается в тех случаях, когда они точно выходят на заданные цели в назначенное время и наносят по ним эффективные удары. Поэтому на пунктах управления должна систематически осуществляться подготовка боевых расчетов к наведению самолетов на наземные цели путем проведения занятий, тренажей и комплексных тренировок.

Основным содержанием подготовки ОБУ является:

- изучение навигационно-тактической обстановки в полосе боевых действий;
- выбор маршрута и профиля полета к наземной цели и прокладка его на карте (планшете), ИКО РЛС;
- выполнение штурманских расчетов по управлению вылетом экипажей и построением боевых порядков, по наведению на наземные цели, роспуску и заводу экипажей на посадку;
- подготовка рабочего места (нанесение обстановки, выбор штурманских принадлежностей, тренировка в глазомерных определениях).

Информация для решения задачи наведения будет поступать от наземных РТС (РЛС, ПРВ, АРП), а также в ходе радиообмена между летчиками и ведущими групп с расчетом ПУ.

Основная особенность в подготовке к наведению состоит в том, что по сравнению с наведением на воздушные цели необходима большая точность определения (нанесения) координат целей и наводимых истребителей. Точность определения координат зависит от качества юстировки РЛС. Систематическую проверку перед началом полетов организует начальник станции (дежурный техник) после ориентировки по «местнику», координаты которого точно известны.

ОБУ выполняет контроль точности настройки РЛС в период полета разведчика погоды, когда тот находится над характерным ориентиром. По команде летчика «Отсчет», в момент пролета характерного ориентира, ОБУ глазомерно определяет на экране ИКО РЛС координаты самолета и сопоставляет их с координатами ориентира на карте.



Для наведения готовится экран ИКО РЛС и планшет наведения масштаба – 1 : 200 000, т.е. в 1 см – 2 км.

На экран ИКО наносится:

- линия фронта;
- границы полосы боевых действий;
- зоны поражения ЗРУ;
- рубежи обнаружения РЛС;
- маршрут полета с указанием рубежей начала снижения, маневрирования, передачи управления.

На планшет наносятся, кроме перечисленных выше элементов:

- аэродромная сеть;
- опорные пункты осевых маршрутов для действий по вызову;
- зоны видимости РЛС и ПРВ;
- рубежи досягаемости (тактические радиусы) групп тактического назначения и др.

### **Подготовка планшета при действиях по вызову**

Для наведения самолетов на территории противника в полосе шириной 120-150 км намечается 2-3 осевых маршрута, удаленных один от другого на 40-60 км.

На осевых маршрутах выбираются, хорошо различимые, особенно с малых (ПМВ) высот, ориентиры через 30-50 км (2-3 мин полета).

Над своей территорией на удалении 20-30 км от линии фронта ориентиры нумеруются двузначными числами: первая цифра означает номер маршрута, вторая – порядковый номер ориентира.

## **§ 9.3. Методика наведения на наземные цели с экрана ИКО РЛС**

Наведение на наземные цели отличается от наведения на воздушные цели тем, что ОБУ не наблюдает наземную цель на экране ИКО, и она не перемещается, а является неподвижной точкой на экране ИКО.

Руководитель дальней зоны, получив задание, наносит на столе-планшете координаты точки расположения наземных целей и маршруты полета к ним, уточняет профили и режимы полета истребителей и информирует ОБУ, находящегося за экраном ИКО, и расчет РЛС о координатах наземных целей, исходных точках наведения (ИТН), намеченных контрольных ориентирах (КО), профилях и режимах полетов самолетов.

ОБУ на экране ИКО устанавливает соответствующий масштаб развертки и задает дежурному технику РЛС режим работы станции. Затем дается указание о необходимости наклона антенны РЛС для уверенного сопровождения самолетов на предельно малых и малых высотах.

После регулировки (установки) масштаба ИКО ОБУ наносит стеклографом необходимые данные в зависимости от способа вывода самолетов на наземные цели.

При появлении отметки самолета на экране ИКО ОБУ докладывает об этом руководителю дальней зоны (РДЗ). В ИТН летчик выходит самостоятельно или по командам руководителя ближней зоны (РБЗ).

После выхода самолета в ИТН ОБУ принимает управление и дает летчику команду: «201-й, "я Рубин", курс..., высота..., скорость..., ....мин».

ОБУ осуществляет контроль пути по дальности. Боковое уклонение (БУ) и необходимые поправки в курс полета самолета ОБУ определяет на экране ИКО глазомерно, в соответствии с выбранным способом наведения (путевым, курсовым или маршрутным).

При этом на экране ИКО, снабженном защитным стеклом, необходимо учитывать параллакс.

ОБУ оказывает летчику помощь в выходе на поворотные пункты маршрута. Вывод истребителя на боевой курс необходимо осуществлять до выхода его из зоны видимости наземной РЛС.

При подходе к границе зоны видимости РЛС на высоте полета истребителя ОБУ должен исправить ошибки летчика в выходе на боевой курс.

На границе зоны видимости РЛС ОБУ должен подать команду летчику: «201-й, "я Рубин", курс ..., высота ..., скорость ....., .... мин».

Время задается с таким расчетом, чтобы летчик за 10-15 км до наземной цели выполнил «Горку» и приступил к визуальному поиску наземной цели.

По истечении заданного времени летчик самостоятельно выполняет «Горку» и докладывает об этом ОБУ.

ОБУ контролирует своевременность выполнения «Горки» летчиком.

При полете истребителя за пределами зоны видимости РЛС ОБУ ведет штилевую прокладку маршрута полета истребителя на ИКО РЛС.

При обнаружении отметки от истребителя на экране ИКО, после выполнения истребителем «Горки», ОБУ информирует летчика о положении цели относительно истребителя.

Информация о цели летчику дается через каждый оборот антенны РЛС, например, «201-й, цель справа (слева) под 10, дальность 12».

ОБУ контролирует время нахождения истребителя в зоне видимости РЛС в момент выполнения «Горки». Это время не должно превышать 30-40 с, в противном случае по истребителю могут произвести пуски ракет ЗРК малой и средней дальности.

После доклада летчика об окончании задания ОБУ оказывает помощь в выходе на аэродром посадки.

На одну наземную цель можно наводить несколько самолетов или групп последовательно с одного направления или одновременно с различных направлений.

При последовательном наведении нескольких одиночных самолетов или групп самолетов на одну наземную цель с одного направления ОБУ должен обеспечить необходимую временную дистанцию между самолетами (группами), чтобы не нарушались меры безопасности и чтобы самолеты (группы) могли наиболее эффективно атаковать и поразить наземную цель.

Например, для атаки одной наземной цели в двух-трех заходах с бомбометанием и стрельбой из пушек одиночному истребителю требуется 3-6 мин. Следовательно, временная дистанция при последовательном наведении одиночных самолетов на эту НЦ должна составлять не менее 3-6 мин.

В соответствии с временной дистанцией определяется и линейная дистанция, которая зависит от скорости полета самолетов.

ОБУ должен выбрать такой интервал взлета самолетов, чтобы он обеспечил необходимую глубину боевого порядка при полете к наземной цели.

Для одновременных действий по одной наземной цели с различных направлений каждому самолету или группе задается отдельный маршрут. Самолеты на маршрутах эшелонируются по высоте.

Для обеспечения выбора поворотных пунктов маршрута (ППМ) рекомендуется следующий метод (рис. 9.1):

1. Необходимо выбрать один из маршрутов, например, ИПМ (исходный пункт маршрута) через ППМ-1 на наземную цель.
2. Необходимо измерить длину этого маршрута ( $S_1 + S_2$ ), принимая ИПМ и наземную цель за фокусы эллипса.
3. Необходимо построить на столе-планшете эллипс, для которого сумма расстояний от ИПМ до любой его точки и от этой точки до наземной цели постоянна ( $S_1 + S_2 = S_3 + S_4 = S_5 + S_6$ ).

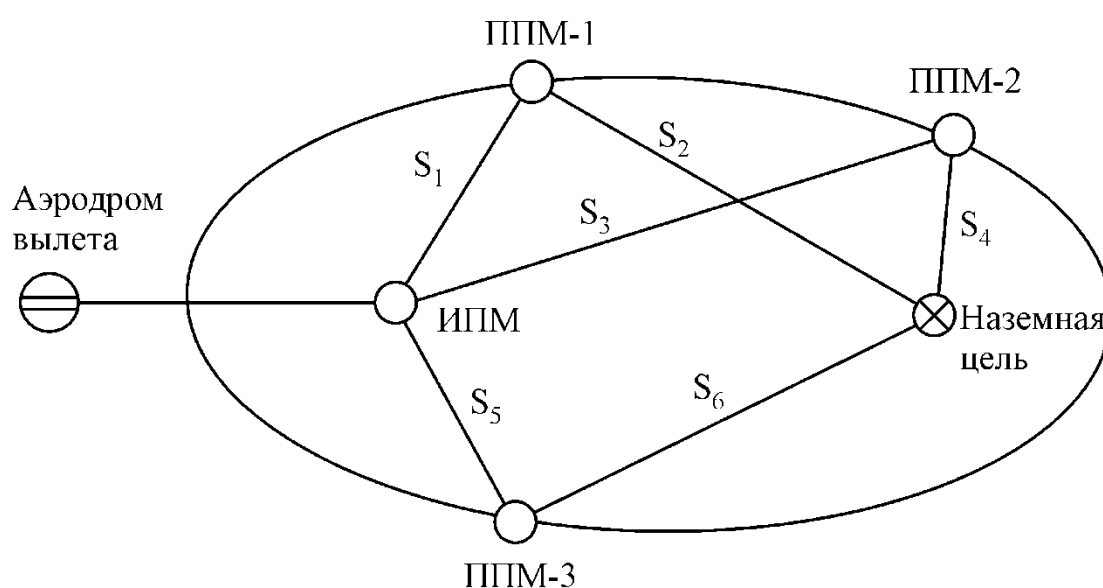


Рис. 9.1. Определение промежуточных пунктов маршрута (ППМ) при атаке наземной цели с разных направлений

В этом случае все маршруты от ИПМ до наземной цели через поворотные пункты – маршрута ППМ-1, ППМ-2, ППМ-3 – выбранные на эллипсе, будут равны по протяженности и при полете по ним от ИПМ возможен одновременный выход на наземные цели с различных направлений.

После выхода всей группы в ИПМ каждой группе задается свой маршрут и высота полета.

Координаты поворотных пунктов маршрута, наземной цели и ИПМ наносятся на экран ИКО РЛС для контроля полета и глазомерного наведения.

Контроль полета самолета по маршруту до ППМ на первом этапе целесообразно осуществлять по карте стола-планшета масштаба – 1 : 200 000, на которой вычерчен эллипс.

На первом этапе исправления пути могут не производиться, контролируется только выход на эллипс и своевременно подается команда для разворота на наземную цель.

Расположение поворотных пунктов маршрута на эллипсе позволяет подавать команды на разворот различным группам последовательно. Исправления пути и маневр скоростью для одновременного выхода самолетов и групп на наземную цель осуществляется на втором этапе по командам ОБУ.

С одного экрана ИКО РЛС на одну наземную цель возможно одновременно наводить с различных направлений до трех самолетов или групп при соответствующей подготовке ОБУ.

При распределении наземных целей между ОБУ желательно каждому выделять наземные цели, которые находятся в одном секторе экрана ИКО, ширина которого составляет не более 30-50°.

Маршруты полетов самолетов и групп, наводимых на наземные цели в одном секторе не должны пересекаться с линиями пути других секторов.

## § 9.4. Порядок действий ОБУ при наведении на подвижные наземные цели

Для вывода истребителей по кратчайшему расстоянию применяется метод наведения «Погоня», а для вывода с заданного направления – метод «Маневр».

Задача наведения сводится к определению курса полета, оставшейся дальности и передачи этих данных на борт истребителя.

Типовыми малоразмерными подвижными целями для фронтовой авиации (истребительной авиации) могут быть:

- мотопехотная рота на марше ( $L_u = 1500$  м);
- танковая рота на марше ( $L_u = 1700$  м);
- десантный корабль;
- средства управления и ракетно-ядерного нападения на марше и др.

Все подвижные наземные цели относительно быстро могут изменить свое местоположение, т.е. координаты, точность которых в некоторых случаях снижается за счет «старения» информации.

Наведение будет отличаться тем, что ОБУ выводит самолет (группу) относительно первоначальных координат в расчетную точку, положение которой определяет по предполагаемому направлению и скорости движения цели с момента ее обнаружения разведчиком до момента ее атаки (рис. 9.2).

Путь, проходимый целью, определяется по формуле

$$S_u = S_{ynp} = V_u \times (T_{nc} + t_u), \quad (9.1)$$

где  $V_u$  – средняя скорость движения цели с учетом времени суток, метеорологических условий и рельефа местности;

$T_{nc}$  – время от момента получения информации о цели до момента выхода истребителей в ИТН;

$t_u$  – время полета от ИТН до наземной цели.

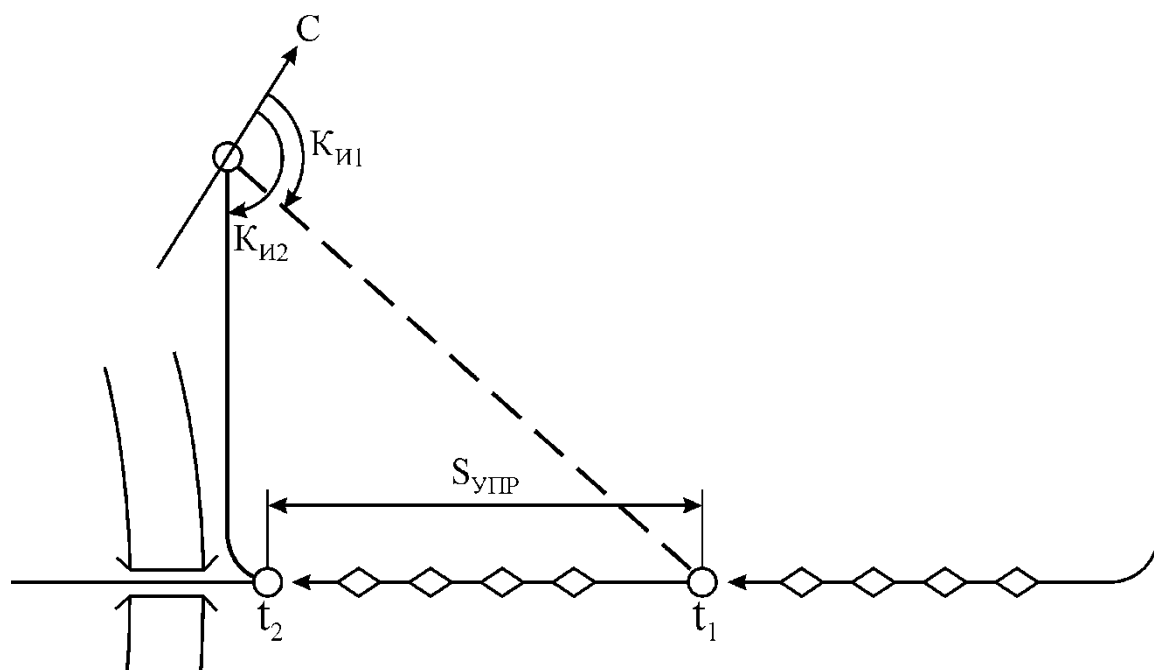


Рис. 9.2. Определение места положения подвижной цели

**Пример**

$V_{ц} = 45 \text{ км/ч}$ ;  $T_{nc} = (25 + 6) = 31 \text{ мин}$ ;  $t_{ц} = 6 \text{ мин}$ .

**Решение**

$$S_{ц} = S_{ynp} = V_{ц} \times (T_{nc} + t_{ц}),$$

таким образом,

$$S_{ynp} = 45 \text{ км/ч} \times (31 + 6 \text{ (мин)}) = 28 \text{ км}.$$

**Порядок действий ОБУ**

1. К моменту выхода самолетов в ИТН рассчитывают путь, пройденный целью за время обработки информации, выдачи ее экипажу и времени полета по маршруту.

2. Расчетный путь цели откладывается на карте от первоначального положения цели по предполагаемому направлению ее движения.

3. Координаты расчетной точки наносятся на экран ИКО РЛС и глазомерно определяется курс полета самолета в расчетную точку.

Дальнейшие действия ОБУ зависят от обнаружения цели летчиком в момент выхода в расчетную точку:

При обнаружении цели летчиком способы наведения остаются такими же.

1. Если от летчика не поступил доклад о видимости цели, ОБУ организует её поиск.

2. Производится расчет пути движения наземной подвижной цели на возможных направлениях по оптимальной скорости движения с учетом рельефа местности, времени суток и метеорологических условий.

3. По отрезкам пути намечаются точки возможного нахождения подвижной цели с учетом пассивного времени на обработку информации, принятие решения и выполнение полета.

4. Координаты точек наносятся на экран ИКО РЛС, и ОБУ последовательно выводит самолеты в расчетные точки. В момент обнаружения цели экипаж докладывает на КП координаты цели, которые ОБУ стеклографом наносит на ИКО РЛС (с привязкой по времени).

5. Для обозначения цели (в условиях радиомаскировки) экипаж разведчика может выполнить постановку помех неуправляемыми ракетами ПРЛС-5П, которые образуют облако (РЛС) на удалении 3-5 км от точки отстрела и с принижением до 200 м.

6. После уточнения координат подвижной цели наведение выполняется по ранее рассмотренной методике.

Для поражения наземных объектов (целей) истребители МиГ-29 могут применять в одном заходе:

- до 6 авиационных бомб и зажигательных боеприпасов калибра до 500 кг включительно;
- до 4 универсальных контейнеров малогабаритных грузов с различными типами авиабомб малого калибра;
- до 128 неуправляемых авиационных ракет типа С-5 или 80 ракет типа С-8 различных модификаций;
- до 4 неуправляемых авиационных ракет С-24;
- встроенную 30 мм пушечную установку ГШ-30 с боекомплектом 150 патронов;
- по теплоконтрастным целям – до 6 ракет с ТГС.

Дальность обнаружения большинства незамаскированных наземных целей при поиске в неизвестном районе с высоты 50-100 м равна 3 км, с высоты



100-200 м – 3,7 км. При наблюдении с высоты 300-600 м дальность обнаружения равна 4-5 км. Дальнейшее увеличение высоты полета существенного влияния на дальность обнаружения цели не оказывает.

Наивыгоднейшими высотами полета для поиска и обнаружения малоразмерных целей являются высоты от 400 м до 1000 м. При полете на высоте 100-200-300 м вероятность обнаружения цели на дальности 3,5 км составляет 0,8-0,85. Расчеты показали, что такая дальность обнаружения в первом заходе позволяет исправить ошибку в выходе на цель по курсу до 30° и выполнить атаку с хода. В повторных заходах на цель дальность обнаружения увеличивается на 800-1200 м. Дальность опознавания цели составляет 60 % от дальности ее обнаружения.

## **Ошибки пилотов, приводящие к нарушению мер безопасности**

При наведении на наземные цели необходимо учитывать характерные ошибки летчиков, приводящие к нарушениям мер безопасности:

- невыдерживание заданных параметров на вводе в пикирование (высоты, скорости, угла пикирования);
- запаздывание с выводом из пикирования из-за позднего открытия огня или наблюдения за попаданиями снарядов или неуправляемых ракет;
- превышение максимально допустимой эксплуатационной перегрузки и углов атаки самолета при выводе из пикирования;
- невыдерживание заданных параметров вывода из пикирования (скорости, высоты, дальности, перегрузки и темпа ее нарастания);
- превышение ограничений самолета или боеприпасов по скорости при бомбометании и стрельбе;
- вывод самолета из пикирования на высоте менее безопасной;
- невыдерживание безопасной высоты бомбометания или стрельбы, а при полетах в группе – максимально допустимой глубины боевого порядка и минимально безопасной дистанции между группами (самолетами);

– невыдерживание параметров боевого порядка (дальности, угла визирования) при выполнении полетов на боевое применение.

Перечисленные ошибки, как правило, являются следствием нарушения заданных режимов боевого применения и в итоге могут привести к попаданию в самолет осколков боеприпасов (рикошетирующих снарядов) или к столкновению с землей.

## § 9.5. Отработка практических навыков на тренажере

Основным содержанием подготовки ОБУ к наведению является:

- изучение навигационно-тактической обстановки в полосе боевых действий;
- выбор маршрута и профиля полета к наземной цели и прокладка его на карте (планшете), ИКО РЛС;
- выполнение штурманских расчетов по управлению вылетом, наведению экипажей на наземные цели, роспуску и заводу экипажей на посадку;
- подготовка рабочего места (нанесение обстановки, выбор штурманских принадлежностей, тренировка в глазомерных определениях).

Информация для решения задачи наведения будет поступать от наземных РТС (РЛС, ПРВ, АРП), радиообмена между летчиками и ведущими групп с расчетом ПУ.

**УПРАВЛЕНИЕ ЭКИПАЖЕМ ПРИ НАВЕДЕНИИ  
(ЦЕЛЕУКАЗАНИИ) НА НАЗЕМНУЮ (МОРСКУЮ) ЦЕЛЬ  
НА МАЛЫХ И ПРЕДЕЛЬНО МАЛЫХ ВЫСОТАХ  
(Упражнение № 27 (КБП ПУА ВВС 2000))**

**Цель упражнения:** выработать навыки в глазомерном, визуальном управлении экипажами при наведении на наземную цель.

**Условия выполнения:** упражнение отработать при выполнении полетов для атаки наземной цели, на бомбометание по наземной цели (рис. 9.3, 9.4).

**Истребитель:** 1-МиГ-29,  $H = 200-3500$  м,  $V = 700$  км/ч.

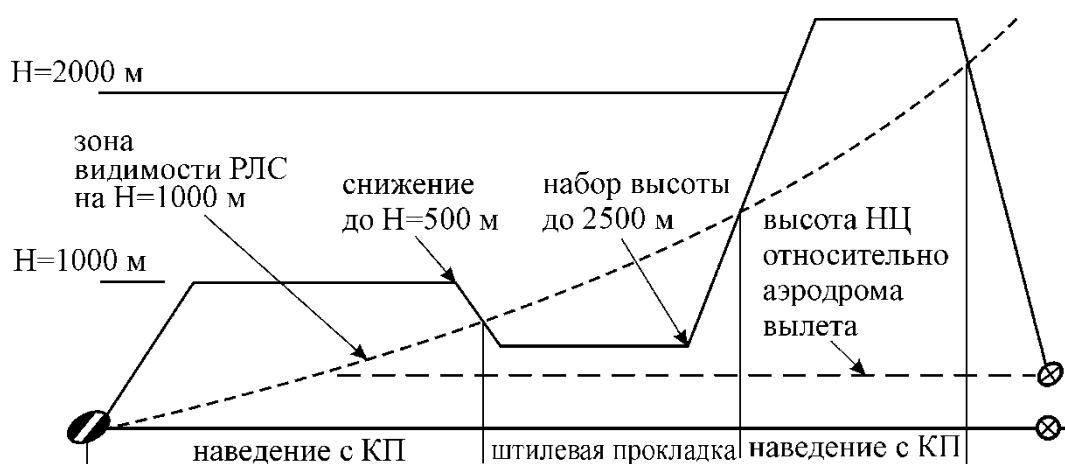


Рис. 9.3. Профиль полета истребителя для атаки наземной цели

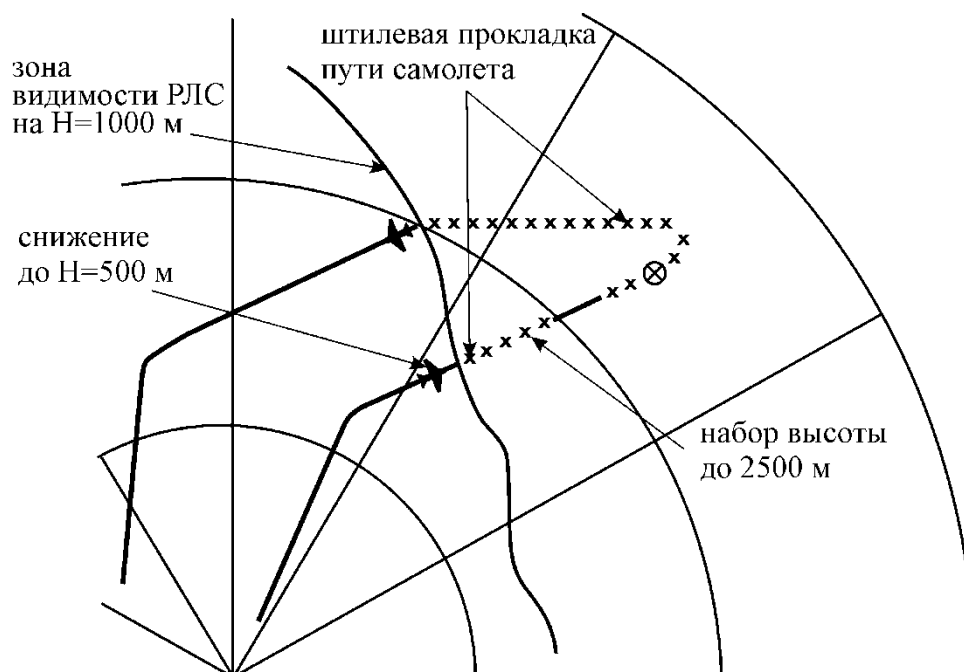


Рис. 9.4. Схема наведения истребителя на наземную цель глазомерным способом с ИКО РЛС (масштаб – 150 км)

### Порядок выполнения упражнения

1. Команду на запуск дает ОБУ КП.
2. Выруливание и взлет по команде РП.
3. Прием управления от РДЗ ОБУ осуществляет на установленном рубеже.
4. После доклада летчика о переходе на канал наведения ОБУ КП задает ему курс в ТНР,  $H$  и  $V$  для дальнейшего полета по маршруту.
5. На удалении до наземной цели 10-15 км летчик выполняет «Горку» до 2500-3000 м с пребыванием на этой высоте 30-40 с. Эта высота позволяет уточнить курс для точного выхода на наземную цель.
6. После доклада летчика об обнаружении и опознавании заданной цели ему разрешается работа по ней.
7. После доклада летчика о выполнении задания ОБУ КП задает летчику курс и высоту для выхода на аэродром посадки.
8. С дальности 60-75 км ОБУ КП передает управление РБЗ.

### Порядок ведения радиообмена

1. При приеме управления:  
РБЗ по ГГС: «КП азимут 25, дальность 65, 310-й»  
ОБУ по ГГС: «310-го вижу, на 6-ой»  
РБЗ: «310-й, переход на 6-ой»  
л-к: «310-й понял»
2. На канале наведения:  
л-к: «Ладога, 310-й на 6-м, с курсом 60, высота 1000, к работе готов»  
ОБУ: «310-й, Ладога, курс 62, высота 1000»  
л-к: «310-й понял»
3. На рубеже выхода из зоны радиолокационного поля РЛС:  
л-к: «Ладога, 310-й, снижение до 500»  
ОБУ: «310-й, до рубежа 20 с»  
л-к: «310-й понял»  
ОБУ: «310-й, снижение 500, скорость 700»  
л-к: «310-й понял»

**4. После выполнения снижения:**

л-к: «310-й, высота 500»

ОБУ: «310-й, Ладога, левее линии пути, вправо 5, удаление 40»

л-к: «310-й понял»

**5. На рубеже выполнения прицельной «Горки»:**

ОБУ: «310-й, Горка, набор до 2500»

л-к: «310-й понял, набор 2500»

**6. После обнаружения цели:**

л-к: «310-й, цель наблюдаю, опознал»

ОБУ: «310-й, работу разрешаю, после атаки выход левым на курс 270»

л-к: «310-й, сброс (пуск), вывод»

**7. После окончания работы:**

л-к: «310-й работу закончил, курс 270, высота 500»

ОБУ: «310-го понял, с курсом 270 – 5 мин»

ОБУ: «310-й, набор 1500, курс 240»

л-к: «310-й понял»

**8. На РПУ:**

ОБУ: «310-й, режим УВД»

л-к: «310-го понял»

ОБУ по ГГС: «РБЗ азимут 10, удаление 65, 310-й»

РБЗ по ГГС: «КП 310-го наблюдаю, переводите»

ОБУ: «310-й, удаление 60, на стартовый (7-й канал)»

**Меры безопасности предусматривают:**

- контроль местоположения каждого самолета и остатка топлива в самолетах, находящихся на управлении;
- осуществление управления только при устойчивой двухсторонней радиосвязи;
- недопущение сближения меток на ИКО РЛС;
- постоянное отслеживание воздушной, метео- и орнитологической обстановок;

- определение минимального временного интервала выхода экипажа на цель с учетом времени нахождения каждого самолета в районе цели и вида маневра при атаках;
- прекращение наведения в случае срыва атаки цели одним из экипажей и сосредоточение внимания на наведении следующих экипажей, а предыдущему – дача команду на повторный заход;
- подача команды на отключение управления оружием в случае не сброса авиабомбы, доклад РП.

ОБУ запрещается:

- самовольно изменять полетное задание экипажу в воздухе;
- задавать экипажу параметры полета, выходящие за пределы эксплуатационных ограничений самолета;
- задавать экипажу высоту менее безопасной в заданном районе, если это не предусмотрено полетным заданием;
- продолжать давать команду управления экипажу, если его местоположение точно не известно;
- заводить экипажи в засветки от мощнокучевой облачности.

Действия ОБУ при отказе курсовой системы следующие:

- определить местоположение самолета и оценить обстановку;
- доложить РП;
- дать команду экипажу на прекращение задания, эшелон и условия полета, выход на аэродром посадки, при этом команду на выполнение разворота давать с указанием направления, величины крена ( $15^\circ$  или  $30^\circ$ ) и времени разворота;
- убедиться в правильности выполнения команд;
- при необходимости подвести самолет-лидер.

## **Вопросы для самоконтроля**

1. Назовите условия наведения на наземные цели.
2. Какими условиями характеризуется полет на малых и предельно малых высотах?
3. С каким учетом выбираются: маршрут, профиль и режим полета истребителей к объекту удара?
4. Что необходимо предусматривать при выборе маршрута, профиля и параметров полета истребителей к объекту удара?
5. Чем достигается точность и внезапность выхода истребителей на наземную цель?
6. В чем заключаются особенности наведения, которые необходимо учитывать при наведении истребителей на наземные цели?
7. Что является основным содержанием подготовки ОБУ к наведению истребителей на наземные цели?
8. Какая информация наносится на экран ИКО РЛС и планшет для наведения на наземные цели?
9. В чем состоит методика наведения на наземные цели с экрана ИКО РЛС?
10. Какой метод рекомендуется для определения промежуточных пунктов маршрута при одновременной атаке наземной цели с разных направлений?
11. Каков порядок действий ОБУ при наведении на подвижные наземные цели?
12. Каковы меры безопасности при наведении на наземные цели?



## **БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Теория и методика управления авиационными подразделениями и частью. Ч. 1. – М.: Воениздат, 1993. – 244 с.
2. Наведение самолетов на воздушные и наземные цели. Ч. 1. – М.: Воениздат, 1972. – 168 с.
3. Справочник инженера по управлению воздушным движением. – Ейск: Воениздат, 2003. – 1018 с.