ЗАДАНИЕ

(ВАРИАНТ № 9)

1. **Произвести выбор и обоснования метода наведения на цель:**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Уравнение движения цели | С1  (х1;у1) | Vц , км/час | V0 , км/час |  | Примечание |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 2. |  |  | 500 | 1000 | 10 g |  |

В зависимости от характера цели траектории полета ЛА могут быть:

* фиксированными;
* нефиксированными.

Нефиксированные траектории реализуются с помощью различных методов наведения:

* двухточечные методы наведения (первая точка – ЛА ; вторая – цель );
* трехточечные методы наведения ( первая точка – пункт управления; вторая – ЛА; третья – цель).

**Рассмотрим двухточечные методы наведения (Рис.1):**

1) По данным своего варианта задания построить КТ ЛА по методу погони, а также построить зависимость вдоль траектории движения ЛА.



А) На линии С1 Ц1  откладывается расстояние С1 С2, пройденное ЛА. Его величина пропорциональна V0/ Vц. На рис.1 V0 = 2Vц.

Б) Точки С1 , С2 , С3 ,… , Сn соединяются плавной кривой. Это и есть искомая КТ ЛА по методу погони.

Для построения зависимости необходимо:



А) Из точек С1 и С2 произвольным радиусом R1 наносим дуги окружностей до их пересечения в точке О1.

Б) Увеличиваем произвольно радиус до величины R2 и повторяем действие пункта 1.

В) Точки О1 и О2 соединяем прямой (см.рис.1)

2) Построить зависимость вдоль траектории движения ЛА



3) Определить величину



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 10 | 100 | -2200945,25 |
| 5 | 200 | -24847216,3 |
| 9 | 111,1111 | 10748481,7 |
| 8 | 125 | 12919198,1 |
| 8 | 125 | -15621174,6 |
| 8,5 | 117,6471 | -3858453,73 |
| 9 | 111,1111 | 11818104,5 |
| 9 | 111,1111 | 10348793,9 |
| 12 | 83,33333 | -4460236,14 |
| 10,5 | 95,2381 | -5097412,73 |
| 9,5 | 105,2632 | -13000416,1 |
| 8 | 125 | 4232902,94 |
| 8 | 125 | 14943373,9 |
| 9 | 111,1111 | 10591089,6 |
| 8,5 | 117,6471 | -1946349,27 |

Сравним найденные величины по на всех участках КТ ЛА с заданной .



На одном из участков КТ ЛА , следовательно данный метод наведения на практике реализовать нельзя (ЛА разрушится в процессе наведения).



**Рассмотрим трехточечные методы наведения (Рис.2-3):**

Известны две следующие разновидности метода трехточечного наведения:

* наведение методом совмещения (накрытие цели);
* наведение с упреждением.

1) Произведем графическое построение КТ ЛА по методу совмещения, используя полученные ранее соотношения и свой вариант. Определим по трассе полета ЛА и , а также определим величину



---найдем с помощью циркуля



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 9,5 | 10,52632 | -231678,447 |
| 12 | 83,33333 | -10353006,8 |
| 13 | 76,92308 | 7441256,55 |
| 13,5 | 74,07407 | 7655821,11 |
| 13 | 76,92308 | -9613030,51 |

2) Произведем графическое построение КТ ЛА по методу параллельного сближения, используя полученные ранее соотношения и свой вариант. Определить по трассе полета ЛА и . Начальные координаты ЛА х1 = 2; у1 = 2.



, а также определим величину



---найдем с помощью циркуля



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |
| 10 | 10 | 854077,143 |
| 11 | 9,090909 | 776433,767 |
| 5 | 20 | 1708154,29 |
| 7 | 14,28571 | 1220110,2 |
| 8 | 12,5 | 1067596,43 |
| 5 | 20 | 1708154,29 |
| 4 | 25 | 2135192,86 |
| 6 | 16,66667 | 1423461,91 |
| 5,5 | 18,18182 | 1552867,53 |
| 6 | 16,66667 | 1423461,91 |
| 9,5 | 10,52632 | 899028,572 |
| 8 | 12,5 | 1067596,43 |
| 10 | 10 | 854077,143 |
| 9,500 | 10,52632 | 899028,572 |
| 9 | 11,11111 | 948974,604 |

**Вывод**: Изучил особенности двухточечных и трехточечных методов наведения ЛА. В данной работе метод параллельного сближения более предпочтительнее, т.к. максимальный промах ЛА в момент пересечения КТ ЛА с траекторией движения цели меньше, чем при методе совмещения. Двухточечный метод использовать нельзя, т.к.



на одном из участков КТ ЛА , следовательно ЛА разрушится в процессе наведения.



**2. Произведем анализ основных ошибок системы самонаведения ЛА на цель:**

Ошибки самонаведения ЛА на цель могут быть разбиты на следующие основные группы в зависимости от их характера и происхождения:

1. Ошибки наведения, вызываемые инерционностью управления при наличии маневров цели:

,



где: - величина промаха; - поперечное ускорение цели; - эквивалентное запаздывание, вызванное инерционностью управления.



WЦ=5\*g=50 М/сек2

7\*10 -4 м/сек

h1 0,0175

1. Ошибки наведения, вызываемые ограниченной маневренностью ЛА(обусловлена выбором кинематической траектории – методом наведения ЛА):

,



где: – величина промаха; Vц – скорость цели; WЛА – максимальное поперечное ускорение, которое может развивать ЛА(WЛА – 10…20 g).



Vц=500 км/час

WЛА=10\*g=100 М/сек2

h21,2

1. Ошибки наведения, вызываемые наличием мертвой зоной управления:

*,*



где: h – величина промаха; rmin – минимальное расстояние(начало мертвой зоны), начиная с которого управление ЛА невозможно; – значения скорости сближения ЛА с целью и угловой скорости линии цели в момент входа ЛА в мертвую зону, т.е. при r=rmin.



Vла=1000 км/час

h20,18

1. Ошибки наведения, вызванные начальной ошибкой упреждения (неточность направления вектора скорости ЛА на цель):



,



где: r0 – минимальная дальность самонаведения; VЛА – скорость ЛА; WЛА – поперечное ускорение ЛА; - начальная ошибка упреждения ЛА на цель.



=0,05\*D = 2,25



D = 45 км - дальность

r0=6600

**Вывод:** изучил основные ошибки, возникающие в системах самонаведения ЛА, причины их возникновения и методы их минимизации.

Из приведенных характеристик ошибок наведения следует, что для повышения точности системы самонаведения необходимо:

1. Уменьшать вероятности срыва слежения за целью.
2. Уменьшать величину мертвой зоны управления.
3. Увеличивать маневренность ЛА, т.е. величину максимального поперечного ускорения .



1. Уменьшать кривизну требуемой кинематической. траектории(правильный выбор метода наведения).

**3. Произведем оптимизацию параметров типовой структурной схемы системы самонаведения ЛА на цель методом передаточной функции:**

Полезный сигнал 

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 1,0 | 1,2 | 0,85 | 0,01 | 1 |  |

При вероятностном исследовании стационарных устойчивых систем автоматического регулирования в установившемся режиме после завершения переходных процессов можно применить метод передаточных функций. При использовании этого метода в качестве характеристик линейной системы используют ее передаточные функции

1. Оценить СКО исследуемой системы в случае линейного входного сигнала, используя данные своего варианта:



При линейном режиме входного сигнала X, т.е. когда :



Где



**Примечание:**  Аргумент k= от 0 до 100.

|  |  |
| --- | --- |
| K | V |
| 0 | 0 |
| 10 | 0,008368 |
| 20 | 0,00907 |
| 30 | 0,009331 |
| 40 | 0,009467 |
| 50 | 0,009551 |
| 60 | 0,009608 |
| 70 | 0,009649 |
| 80 | 0,009679 |
| 90 | 0,009704 |
| 100 | 0,009723 |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| K | V | S | 2S |  |  |
| 0 | 0 | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! | #ДЕЛ/0! |
| 10 | 0,083682 | 1,000488 | 2,000488 | 1,000244 | 1,414386 |
| 20 | 0,181406 | 1,001063 | 2,001063 | 1,000531 | 1,414589 |
| 30 | 0,279938 | 1,001728 | 2,001728 | 1,000864 | 1,414824 |
| 40 | 0,378698 | 1,002482 | 2,002482 | 1,00124 | 1,415091 |
| 50 | 0,477555 | 1,003324 | 2,003324 | 1,001661 | 1,415388 |
| 60 | 0,576461 | 1,004256 | 2,004256 | 1,002126 | 1,415718 |
| 70 | 0,675396 | 1,005277 | 2,005277 | 1,002635 | 1,416078 |
| 80 | 0,77435 | 1,006388 | 2,006388 | 1,003189 | 1,41647 |
| 90 | 0,873315 | 1,007587 | 2,007587 | 1,003786 | 1,416893 |
| 100 | 0,97229 | 1,008875 | 2,008875 | 1,004428 | 1,417348 |



2) Эффективная полоса пропускания системы:

.



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| K | V | w |
| 0 | 0 | 0 |
| 10 | 0,083682 | 28,97529 |
| 20 | 0,181406 | 53,15701 |
| 30 | 0,279938 | 73,59733 |
| 40 | 0,378698 | 91,10043 |
| 50 | 0,477555 | 106,2566 |
| 60 | 0,576461 | 119,5082 |
| 70 | 0,675396 | 131,1928 |
| 80 | 0,77435 | 141,573 |
| 90 | 0,873315 | 150,8555 |
| 100 | 0,97229 | 159,2058 |

***Вывод:*** В ходе выполнения данного пункта, я ознакомился с методом передаточных функций и его особенностями при анализе точности радиотехнических систем управления. Были построены графики зависимостей второго начального момента ошибки, как критерия точности работы следящей системы, и эффективной полосы пропускания от коэффициента передачи системы. Указаны оптимальные значения для двух скоростей полезного сигнала.

1. **Оценить характеристики командной радиолинии:**

В командных радиолиниях сообщениями являются команды, передаваемые с пункта управления на ЛА. В комплексах управления ЛА с помощью радиокоманд обеспечивается следящее управление движением центра масс ЛА, а также выполнение разовых операций(перевод в режим самонаведения, ликвидация ЛА и т.д.)

По условиям исполнения радиокоманды делятся:

1. радиокоманды в реальном масштабе времени(подлежат немедленному их исполнению по мере поступления на ЛА);
2. радиокоманды временной программы(они предварительно запоминаются в бортовом запоминающем устройстве, а затем, в заданный момент времени, исполняются по сигналу бортового программно-временного устройства ЛА).

По смысловому содержанию различают:

* количественные команды;
* функциональные(служебные) команды.

Количественные команды соответствуют некоторой числовой величине, а функциональные – операции “включено” или “выключено”.

Количественные команды бывают:

* аналоговыми(принимают любое значение от +Xmax до -Xmax);
* цифровые команды принимают только L различных значений в диапазоне +Xmax…-Xmax, макоторые отличаются между собой на фиксированные приращения X.

По времени все команды делятся на:

* непрерывные;
* дискретные.

Дискретные по времени команды могут быть периодическими(синхронный режим передачи), так и непериодическими(асинхронный режим передачи). Количественные команды передаются как синхронно, так и асинхронно. Функциональные, как правило, соответствуют асинхронному режиму передачи.

При использовании одной и той же командной радиолинии для одновременного управления несколькими ЛА в состав передаваемой информации входят адреса ЛА(внешние адреса). Существуют внутренние адреса команд, определяющие исполнителя на ЛА.

Разделение различных команд, передаваемых на ЛА, осуществляется на основе:

* частотного;
* временного;
* структурного(кодового);
* структурно-временного уплотнения(разделения)каналов.

В случае структурно-временного уплотнения передача сигналов осуществляется по одному и тому же частотному каналу последовательно во времени. При структурном уплотнении – одновременно во времени. При структурно-временном и структурном уплотнении применяются составные сигналы, получаемые в результате дополнительного символа кода или сигнала.

В общем случае командные радиолинии являются многоканальными.

Различают следующие типы командных радиолиний:

* аналоговые;
* цифровые;
* комбинированные.

К командным радиолиниям обычно предъявляются следующие требования:

* высокая надежность(вероятность отказа менее 10-5…10-6);
* среднеквадратичная ошибка при передаче аналоговых команд не должна превышать нескольких процентов от максимального ее значения;
* достоверность передачи цифровых команд оценивается через вероятность Pош при приеме отдельной команды. Допустимые значения Pош  - 10-3…10-4 и менее.

При использовании противоположных элементарных посылок(ФТ) имеет вид:



|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| q | Ф(q) | P ош |
| 1 | 0,68269 | 0,158655 |
| 2 | 0,83849 | 0,080755 |
| 3 | 0,91637 | 0,041815 |
| 4 | 0,9545 | 0,02275 |
| 5 | 0,97425 | 0,012875 |
| 6 | 0,98531 | 0,007345 |
| 7 | 0,99171 | 0,004145 |
| 8 | 0,9952 | 0,0024 |
| 9 | 0,9973 | 0,00135 |
| 10 | 0,99842 | 0,00079 |

Для неизбыточного кода вероятность ошибки при регистрации принятого командного слова находится по формуле:



|  |  |
| --- | --- |
| P ош | p сл |
| 0,158655 | 0,701586 |
| 0,080755 | 0,44535 |
| 0,041815 | 0,258441 |
| 0,02275 | 0,148784 |
| 0,012875 | 0,086718 |
| 0,007345 | 0,050296 |
| 0,004145 | 0,028657 |
| 0,0024 | 0,01668 |
| 0,00135 | 0,009412 |
| 0,00079 | 0,005517 |



Таким образом, значения q, соответствующие Pош ≤ 10-3 и Рсл≤10-3 находятся в диапазоне от 10 и выше.

**Вывод:** изучил принципы построения и технические характеристики цифровых командных радиолиний систем и комплексов радиоуправления ЛА.

Выяснил, что чем меньше отношение сигнал/шум тем больше вероятность появления ошибок в принятом символе и следовательно больше в приеме команд.