Ограничения записываются в виде неравенств, уравнений, const.

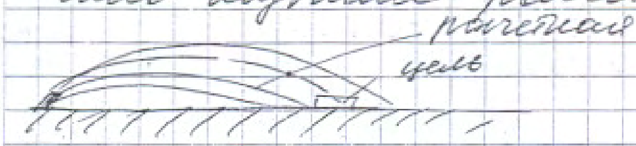
F - целевая функция

Глава 2

Описание СН при решении задач оценки эффективности конструкции

2.1. Рассеивания. Характеристики рассеивания

Основная роль СН — вывод изделия на определенную (расчетную) траекторию. Однако, вследствие действия случайных факторов реальные траектории будут отличаться от расчетной. Это отличие получило название — рассеивание.



Рассеивание определяется воздействием случайных факторов:

1) производственным разбросом х-к БП

2) неточное определение координат положения цели

3) ошибки в установке СН

4) маневр цели

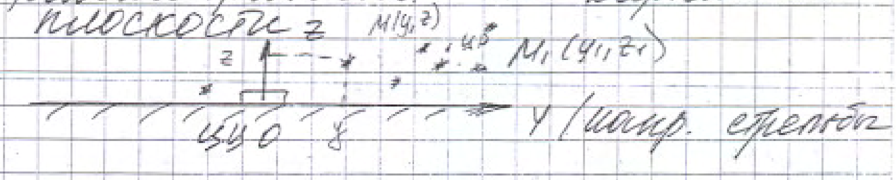
5) Вибрации установки

6) Влияние метеоусловий

7) Взрывные помехи

2.2 Плоское рассеивание, закон рассеяния.

Обычно плоское рассеивание рассматривается на картинной плоскости



ЦЦ - центр цели, любая точка описывается координатами (Y, Z)

Y(y), Z(z) - случайные величины

ZOY - картинная плоскость

Y, Z - случайные величины

ЦР - центр рассеивания

ЦР → h_y, h_z - координаты ЦР (систематическая ошибка рассеивания), методические ошибки

Неучет ист. параметров, влияющих на стрельбу, приводит к появлению методических ошибок

Если методические ошибки отсут, то ЦР совпадает с центром цели и говорим об отсутствии метод. и систем. ошибок

Понятие систем. ошибок
Второе понятие случайных ошибок
рассеивания, на величину к
влияют случайные факторы.

ЦР → h_y, h_z

Если $h_y = h_z = 0$, ЦР → ЦЦ

σ_y и σ_z

h_y, h_z и σ_y и σ_z – основные х-ки системы наведения

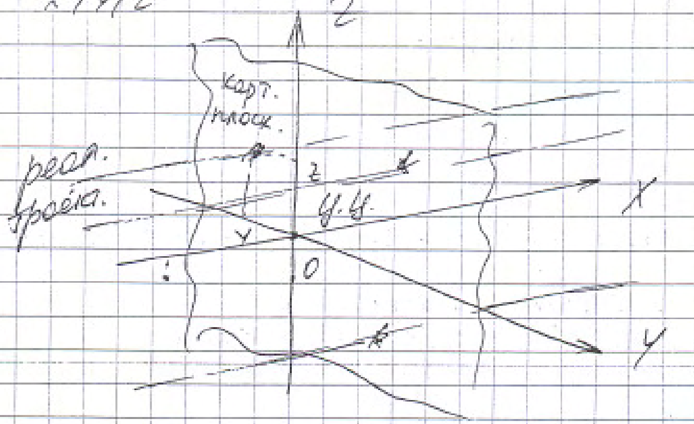
Колич. мера любой случ. величины является её вероятность, а для описания СВ м.б. описана дискретным з-ном распределения вероятности, либо интегр. ф-ей распределения, либо плотностью распределения.
$F(Y<y)$, $\varphi(y)$

Знание этих величин позволяет опред. з-н рассеивания.

Плотность распредел. случ. величин $\varphi(y,z)$ – описывающих точку попадания БП будут являться и законом рассеивания точек попадания БП.

$\varphi(y,z)$ - позволяет описать рассеив. точек попадания в картинной плоскости.

Если рассм. более сложный случай стрельбы по возд. целям, то точка подрыва боеприполя будем определяться 3 координ. X, Y, Z



Вводится искусств. картинная плоскость – проходящ. через центр цели, вост. ось Y, ось X перпендик. этой пл-ти. Рассмотр. траекторий для объемного случая описывается в искусств. картинной плоскости, в 2 каждая из компонент траекторий описывается координатами Y, Z.

φ (x, y, z) – ф-я рассеивания опред. 3-мя координатами в пр-ве

2.3.
$$\varphi(y,z)=\frac{1}{2\pi\sigma_y\sigma_z\sqrt{1-r^2}}\,e^{-\frac{1}{2(1-r^2)}\left[\frac{(y-h_y)^2}{\sigma_y^2}-\frac{2r(y-h_y)(z-h_z)}{\sigma_y\sigma_z}+\frac{(z-h_z)^2}{\sigma_z^2}\right]} \quad (1)$$

совместная ПРВ двух случ. величин

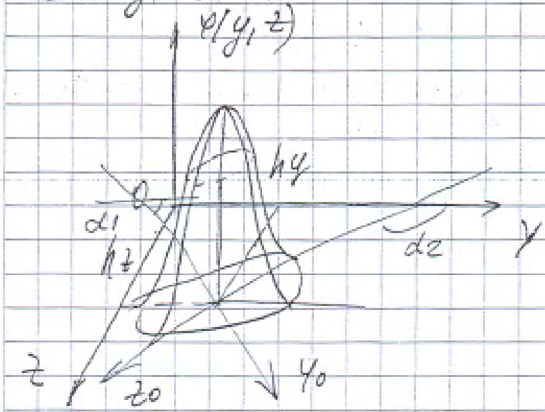
(y,z) – хар. точку попадания
данного з-н распределения
зависит от 5-ти параметров

$h_y, h_z, \sigma_y, \sigma_z, r$

h_y, h_z – мат. ожид. св y и z.

σ_y, σ_z – СКО

r – коэф. корреляции, показыв.
степень тесноты связи между
св y и z.



эллипсообразная фигура
А оси эллипсов составляют с осью y углы α_1 и α_2, отличающиеся на $\frac{\pi}{2}$

Проекция эллипса рассеяния на плоскость ZOY описывается ур-ем

$$\frac{(y-h_y)^2}{\sigma_y^2} - \frac{2r(y-h_y)(z-h_y)}{\sigma_y\sigma_z} + \frac{(z-h_z)^2}{\sigma_z^2} = const$$

Полуоси эллипсов с вершинами h_y и h_z

$$tg\,2\alpha = \frac{2r\sigma_y\sigma_z}{\sigma_y^2-\sigma_z^2}$$

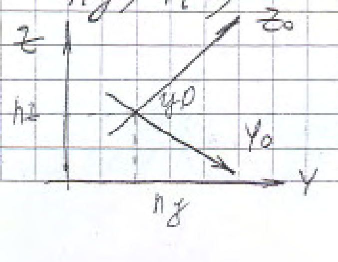
Оси эллипсов обр. углы α_1 и α_2 опред. коэф. корреляции между СВ Y и Z. Оси Y_0, Z_0 получили название главные оси рассеивания.

Если коэф. корреляции $r=0$, то главные оси рассеивания и коорд. оси будут пар. друг другу.

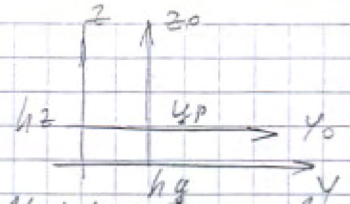
При $r=0$ перепишем [1]

$$\varphi(y,z) = \frac{1}{2\pi\sigma_y\sigma_z} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{(y-h_y)^2}{\sigma_y^2}+\frac{(z-h_z)^2}{\sigma_z^2}\right]} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} e^{-\frac{1}{2}\frac{(y-h_y)^2}{\sigma_y^2}} \cdot \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_z} e^{-\frac{1}{2}\frac{(z-h_z)^2}{\sigma_z^2}} = \quad (2)$$

$$= \varphi(y)\cdot\varphi(z)$$



$$\varphi(y,z) = \varphi(y)\varphi(z/y)$$



$\tau = 0$

$\varphi(y, z) = \varphi(y)\,\varphi(z)$

Из практики ведения стрельб всегда известно положение главных осей рассеивания (Y_0, Z_0).
В частности, при стрельбе по наземным целям ось Y_0 – ГОР – всегда располож. по напр. стрельбы, а ось Z_0 ⊥ ей, проходит через ЦР, и лежит в картинной пл-ти.
Если мы хотим упростить, то надо выбирать коорд. оси ∥ главным осям рассеивания, при этом они проходят через т. О, выбираемую в центре ~~цел~~ рассеивания.
Эллипсы получили название эллипсы рассеивания.
Оси эллипсов рассеивания – главные среднеквадр. отклон. (СКО)

Единичный эллипс рассеивания, полуоси $a = \sigma_y$ или σ_z,

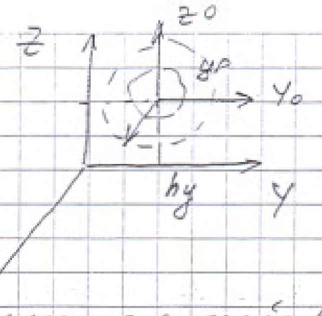
Полный эллипс рассеивания, соотв. вер. попадания

$P = 0{,}9973$, п/оси $\rightarrow 3\sigma_y$ и $3\sigma_z$

2.4. Круговое рассеивание на плоскости

СКО: $\sigma_y = \sigma_z = \sigma$

Эллипсы рассеивания превращаются в круги. – это круговое рассеивание.

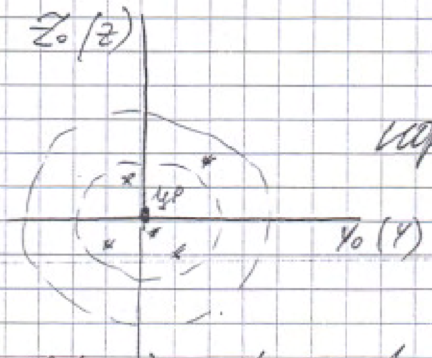


Положение гл. осей рассеивания неопределенно

СКО: $\sigma_y = \sigma_z = \sigma$

$$\varphi(y,z) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{1}{2}\left[\frac{(y-h_y)^2+(z-h_z)^2}{\sigma^2}\right]} \quad (3)$$

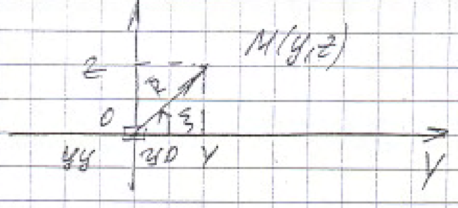
Пусть $h_y = h_z = 0$ $y_p = уу$ (центр расс. совпадает с центром цели)



норм. круговое рассеив.

$$\varphi(y,z) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{\frac{1}{2}\frac{y^2+z^2}{\sigma^2}}$$

2.5. Закон рассеивания для полярн. системы координат



$\vec{R} \to R$ R(начало т.0, конец в т. M(y, z))

R(r) - модуль и Ξ(ξ) - фаза вектора

$r = \sqrt{y^2 + z^2}$

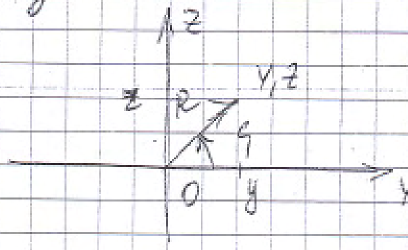
$\xi = \operatorname{arctg} \frac{z}{y}$

$y = r \cdot \cos\xi$, $z = r \cdot \sin\xi$ (*)

Лекция 3.

$$\varphi(y, z) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{y^2 + z^2}{2\sigma^2}} \quad (4)$$

$h_y = h_z = 0$



r - промах
ξ - фаза промаха

$r \geq 0$, $\xi = 0 .. 2\pi$,

$\vec{R} \to R(r)$ и $\Xi(\xi)$

$$y = r\cos\varsigma, \quad z = r\sin\varsigma \quad (*)$$

$$\varphi(y, z) \to \varphi(r, \varsigma)$$

и умножаем на якобиан преобразований.

$$\varphi(r, \varsigma) = Я_к \cdot \varphi(y(r,\varsigma), z(r,\varsigma))$$

$$Я_к = \frac{\partial(y,z)}{\partial(r,\varsigma)} = \begin{vmatrix} \frac{\partial y}{\partial r} & \frac{\partial y}{\partial \varsigma} \\ \frac{\partial z}{\partial r} & \frac{\partial z}{\partial \varsigma} \end{vmatrix} =$$

$$= \begin{vmatrix} \cos\varsigma & -r\sin\varsigma \\ \sin\varsigma & r\cos\varsigma \end{vmatrix} = r\cos^2\varsigma - r\sin^2\varsigma = r$$

$Я_к = r$, и из (4) получаем

$$\varphi(r, \varsigma) = \frac{r}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{r^2\cos^2\varsigma + r^2\sin^2\varsigma}{2\sigma^2}} =$$

$$= \frac{r}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}$$

$$\varphi(r, \varsigma) = \frac{r}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} \quad (5)$$

(5) – закон рассеивания траектр. для случая в полярной системе координат для случая кругового нормального рассеивания без систематических ошибок

2.6 Закон распределения промаха.

$\varphi(r, \varsigma)$

Чтобы найти ПР одной из случ. величин, входящих в систему, необходимо совместную ПР проинтегрировать в пределах области определения по аргументу второй случайной величины.

$\varsigma = 0 \ldots 2\pi$

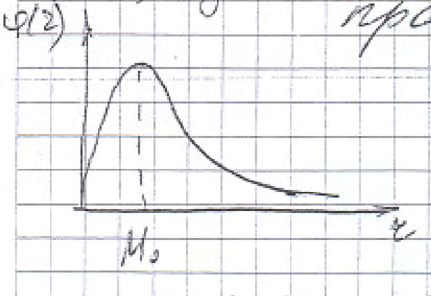
$$\varphi(r) = \int_0^{2\pi} \varphi(r, \varsigma)\, d\varsigma = \int_0^{2\pi} \frac{r}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} d\varsigma =$$

$$= \frac{r}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} \varsigma \Big|_0^{2\pi} = \frac{r}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} (2\pi - 0) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \varphi(r) = \frac{r}{\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} \quad (6)$$

$r > 0$, $r \le 0$ $\varphi(r) = 0$

(6) – ф-я Рэлея – з-н распредел. процесса.



M_0 – мода – наиболее вероят. значение случ. величины

$M(r) = \bar{r}$ – МО сл. вел.

M_e – значение случ. величины, делящее площадь под кривой половине (медиана)

Для нахождения моды, найдем производную $\varphi(r)$ и приравняем производную к нулю.

$M_0 = r \Rightarrow [\varphi(r)]' = 0$

$$\left[\frac{r}{\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}}\right]' = \frac{1}{\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} -$$

$(uv)' = u'v + v'u$

$$- \frac{r}{\sigma^2} \cdot \frac{2r}{2\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} =$$

$$= \frac{1}{\sigma^2} e^{-\frac{r^2}{2\sigma^2}} \left(1 - \frac{r^2}{\sigma^2}\right) = 0$$

$$r = \sigma$$

$\Rightarrow$ наиболее вероятный промах для рэлеевского распределения есть величина СКО.

$M_0 = r = \sigma$

$\underbrace{Me = r = 1{,}177\sigma}$, $\sigma = 10$ м

$\varphi(r)_{max}$ опр. при $r = \sigma$

$$\varphi(r)_{max} = \frac{\sigma}{\sigma^2} e^{-\frac{\sigma^2}{2\sigma^2}} = \frac{1}{\sigma} e^{-\frac{1}{2}} = \frac{0{,}607}{\sigma}$$

Средний промах очень часто

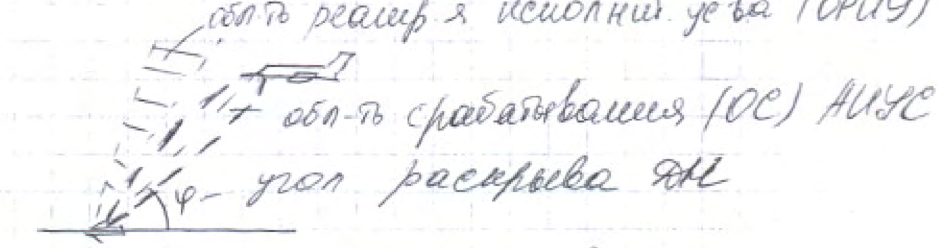
Сотнева Наталья Сергеевна

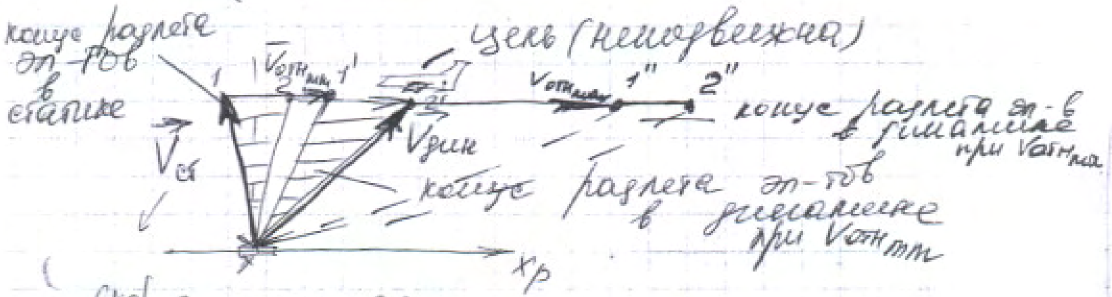
27.09.2006г. Теория эффективности.

Усложнение задач, решаемых АИУС.

I. Широкий диапазон усл-й применения.

$V_{отн_{min}}$ … $V_{отн_{max}}$ широкий диапазон
150 м/с 3000 м/с





Скорость статическая разлета элементов

При $V_{отн_{min}}$ и при $V_{отн_{max}}$ накрытие цели поражающими эл-ми не происходит, т.к. нет согласованной работы АИУС и ИУ.

II. Скорости целей $\vec{V}_ц$ возрастают.

=> уменьшение времени обр-ки сигн-ов

=> ум-е вр. на принятие решения эффективного командн. упр-я.

III Уменьшаются габариты цели.

=> ум-е эфф. отражающ. пов-ти цели $S_{эфф}$

=> ум-е уровня полезного сигнала

IV Внешние помехи.
Необх. отличать сигнал от цели и от помехи.

V Уменьшение высоты полета цели

$H_{max} \uparrow$ $\quad H_{min} = 10 \div 15$ м

Скольжение ДН по подстил. пов-ти

=> необх. блок, отлич. сигнал

от цели от сигнала от подстил. пов-ти.

VI Разраб-ся неск. алгоритмов функц-я изделия для разных усл-й применения

Глава 1

Теория эфф-ти как один из разделов исследования операций

1.1. Исследование операций (ИСО). Понятие, описание операции

1) Теория вероятностей. Вентцель Е.С.
2) Введение в исследование операций. Вентцель. Советское радио. М: 1964 г.
3) Неупокоев Ф.К. Стрельба зенитными ракетами. 1991 г.

ИСО – совок-ть матем методов, позв-х наиболее оптимально решать сложные задачи, в кот-х м.б. задействованы технические устр-ва, люди, а также диапазон исп-я технич. и людских ресурсов.

Необх-ть исп-я ИСО для получения предварит-х оценок вып-я мероприятий, имеющих определ-ю цель, связано с:

1) происходит усложнение анализир-х мероприятий, разрабат-ся техники.
2) удорожание проводимых мероприятий и технических средств.
3) введение автоматизации процессов и работы технических устройств.

Операция – мероприятие или система действий, объед-х общим замыслом и направл-х на достижение опред-й цели.

В ИСО при описании операции учитыв.

1) описание ресурсов для вып-я оп-и оперирующей стороны.
2) описание ресурсов с верн-тей противоп-й стороны.
3) выделение управляющих факторов, влияющих на исход операции выделяются стратегии из набора управляющих факторов.
4) выч-ся описание цел-й ~~применения~~ выполнения данной операции.

Для технич-х средств понятие операции сужается и представляет собой этап функционир-я технич. устр-ва при реш-и задач тех. операций, в кот-х это устройство применяется

Всякая операция является мероприятием управляемым. Н(выбор) факторов и параметров проведения операции, кот. позволяет прийти к наиб. эффект. решению.

Усложнение технич-х устр-в и операций, в кот-х они использ-ся, привело к тому, что не всегда удается предсказать рез-т исп-я этих устр-в в этих операциях. И мат. методы исслед. операц. позволяют путем построения мат. модели предсказать возможные исходы операций, получив предварит-е оценки для разных вар-тов их реализ-и.
Основной аппарат исо- постр-е мат. модели операции.
Для построения мат. модели необх. показатели эффект. опер

1.2. Эффективность операции.
Эф-ть технич. средств.
Показатели эффективности.

Эф-ть операции – степень приспособленности её к реш. задач, стоящих перед этой операцией.

Эф-ть технич. ср-ва – степень приспособленности его к реш-ю задач тех операций, в кот-х это устр-во исп-ся.

Степень приспособ-ти — качественное понятие, а нужно количественное.

Показатели эф-ти позволяют оценить количественную меру эффект-ти.

2а

Показ-ли эф-ти - это фактически числовой эквивалент цели, кот. преследуется в данной операции.

Требования к показ-лям эф-ти:
а) четкое отраж-е цели операции
б) четко зависит от управл. пар-ра
в) простота
г) в задачах ИСО д.б. единственным.

Т.к. в соврем-х операциях действует большое число случ-х факторов, то основные показ-ли эф-ти представлены в виде 2-х вар-тов:
1) вероят-ть достиж-я цели в данной операции
2) МО

1.3. Методология решения задач ИСО

Методол-я реш. задач в ИСО, к какой бы области эти задачи не относились, имеют сходные черты и решаются по опред-му алгоритму:
1) определяется цель, преследуемая в операции;
2) ищется эквивалент (математич.) цели или показ-ль эф-ти (W)
3) вып-ся подробное опис-е операции (ресурсы обеих сторон, условия проведения операции, набор управляемых факторов - стратегий)

$\bar{X}$ - управляемые факторы (стратегии)
$\bar{Y}$ - неуправляемые параметры 3
$\bar{A}$ - ресурсы, присут-е в данной опера

решение мат. модели
W - показатель эффективности
$W = F(\bar{X}, \bar{Y}, \bar{A})$, усл. применения
F - целевая функция
) анализ модели с целью
поиска наиболее оптимального
решения нужно поиска max(min)
показателя эф-ти и поиска
оптимальной стратегии.

ицо принимающее реш-е (ЛПР)
лизируя получ-то итого
емая решение о выборе
ан иной стратегии
ростся
ешение рациональной

модель определения
ориентир. вероятностное
иной вер. (дел)

неопределенности (1,2,3 или 4,...)
нестная Траекторией
иной комплекс
ан ... и т.д.)
тв-во - порожд.

1) цель – поражение возд. объекта
2) мат. ож-е (показ. эф-ти) – вер-ть поражения цели
3) описание операции:
∃ пар-ры СН, ЗУР, ЦУ
– в их часть случайна, зав. от производств-го разброса, колебаний установки, помех, сопрот-е воздуха, ск-ти перемещ-я объектов, угол подхода осколков

$\bar X$ – в нём наиб. влияющие факторы

$\bar Y$ – хар-ки цели, $\bar V_ц$, H (высота цели) и т.п.

Случ., второстепенные факторы

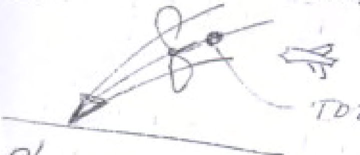
Обычно усл-я применения опред-ся диапазоном и такие факторы наз-ся неопределенными.
При описан-и модели учит-ся ресурсы, делающие задачу определ-й.

4) $W = F(\bar X, \bar Y$, усл. примен., ограничения $(\bar A))$

Требования к мат. модели:
а) должна учит-ть все существ-е факторы, влияющие на исход операции, но при этом она не д.б. шире, чем это необх. для реш-я поставл-й задачи.

...04.
2006г.

Лекция 2.



точка выдачи команды управления

При описании задачи д.б. учтены хар-ки ЛА
движимость цели, усл-я встречи ракеты
целью (углы встречи, пеленга, атаки $æ$, α, ε)

...нт... $V_{p\,max}$
...т... $V_{ц\,max}$
...торые м.б. детерминир, случ., неопред-е

...ле операции должна учитывать
...акторов, влияющие на исход
...ие, но не быть шире, чем это
...имо на реш-е поставл-й задачи.

...задача становится определенной
...ние ограничений.

...ся вид мат. модели

...ар-ки сист. наведения, х-ки АСИУС,
...ар-ки ИУ, х-ки цели, УВ}

)

)

)

раньше ксерокс