

16.02.06. Лабунец Леонид Витальевич

Моделирование СБЛ.

Имитационное цифровое мор-е  
полей целей и сигналов СБЛ.

Применяется цифровое  
аппаратное моделирование  
св-ва реальных объектов

Имит. циф. мор-е позволяет  
имитировать на компьютере  
полноценные эксперименты, т.е.  
результат одного из  
полноценных измерений.

Живые мая. и морские  
ресурсы мобилизуются по мере  
необходимости, как и  
большая часть материальных  
средств.

Важно учитывать эргодичность  
зоны. (работают в БЗ и в ДЗ)

БЗ: полная воля transforma-  
ция в сферическую.  
(полная условная граница цели)  
каждый из-т пов-ти  
имеет свой угол обзора и  
сферический.

Задан, решаемое при  
использовании имит. циф. мор-е  
1. св-ва в мат. мор-е

характеристик отражения  
и преломления света и конструк-  
тивных материалов.  
(зависимость коэф. отражения  
от угла падения и  
полюризации).

1. Мат. модель интерференции  
оптического излучения.  
Учеб. зависимость от  
разности хода и разности  
фаз.  
(оптическое постоянство  
констр. материала и  
полюризация зависит от  
температуры и спектра)

2. Мат. описание пространственной  
конфигурации 3D объекта.

Создание световой картины  
методом моделирования.

3. Мат. описание ближней  
области с излучением.

Мат. описание взаимодействия  
с волновыми фронтами в плоских  
поверхностях и т.п.  
Мат. модель с ЕП и  
(сферических) волн.  
Многомерных

(физическая модель; компьютер)

Морель отраженная оптического  
лучения образами  
покрытия в видимом  
и ближнем ИК диапазоне.

0,6 мкм - 1 мкм - видимый  
диапазон

0,9 мкм - лазерное излучение

1,06 мкм - лазерное излучение  
навершения

интерференционные измерения

Основные требования к установке

- высокое угловое разрешение  
установки / малые углы  
расхождения лучей и  
прямой системы - секунды)

- (уст. должна модернизироваться  
дальше)

исследования интерференции  
рассейания поляризованной  
волны

(номер - от кол. элементов  
излученной системы)

Степень поляризации  $\frac{S-P}{S+P}$

лучевая мерность ширикатрисы

отражение оптического  
излучения шероховатой  
поверхности

У всех шероховатых кривых  
индексация отражения  
выделяется две части:

1. диффузно-распределенная по всей площади надзора.
2. локализована в области нап. - зеркального отражения.

Соотношение между волн-тами  
различия для разнотипных  
покрытий.

①: обзор, слабее  
зависимостью от угла  
направления

направл. - состав - и  
значит - по  $\theta$  при  $\theta$  угла  
направления; имеет место  
ср. максимума

нап. - волн -  $\theta$   
относит. - по направл. - и  
зеркального отраж. - и  
в сторону больших углов  
направления.

Величина углового  
мощ. -  $\theta$  от  $1^\circ$  до  $10^\circ$

Большинство углов направления  
составляет большую  
величину.

Х вышерем на соотнош-е  
дир-ост и направл. соот-ей.

Компону. компонентов:  
составление номер-ии  
направленого потока суот-но  
выше на иур-су  
распределение.

Компону. иур-сог  
беруи себе на направле  
и номеруов. евне.

Дир. соот-я и направле-  
ровна и не зависит  
от составлене номер-ии  
направленого суот-енна.

Направл-ая соот-я  
иже на номеруеиене при  
увеличенне уава  
надеише.

Наибольшеи еиенне  
номеруеиене направ-ост  
соотнош-ей ишеет  
место при уиен  
надеише иже около  $60^\circ$   
для бивеишеиства  
на окраионых покротки.

Циур-е, расе-ое  
в обратном направлеиене  
не номеруеиено.

Для оклевоих еиенне  
это важно (орионд. еиен-но)

Вывод: экстр. обнаружено.  
проявляется в новейшем  
микроскопическом отражении - и  
достаточно точно на  
практике м.б. описано  
моделью Бунгера, в которой  
сферическую решетку - и  
моделью Брандта как  
обусловленную многократными  
отражениями от  
микрограней шероховатой  
поверхности а также  
рассеянием в припо-  
верхностном слое  
покрытия.

Напр. свет - все обусловлено  
одногранной отражением  
от микрограней шерохо-  
ватой поверхности.

Т.к. размеры микрограней  
значительно превышают  
длину волны, то эти  
микрогранни отражают  
зеркально по ф-лам  
Френеля.

В этом случае наиболь-  
шая степень поляризации  
наблюдается при угле  
наблюдения = углу Брэгга

$$n_x = \sin \psi_0$$

$\psi_0$  - угол Брэгга

$n_x$  - показатель преломления

## Луневая модель.

- состоит из двух частей

$$\frac{d\Phi_i}{r} k_D \cos \theta d\omega_k$$

$k_D$  - весовой коэф-т

$d\Phi_i$  - приращение потока

- з-н Лапберта.

(косинусной асимптотика)

$$G(\psi, \theta, \varphi) f(\alpha) \cos \gamma R(\gamma) d\omega_N \cdot \frac{d\Phi_i}{\cos \psi}$$

- модель Вурика

(направленная составляющая)

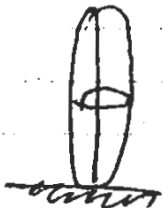
$f(\alpha)$  -  $f$ -член распредел-я микропараметров по площади

$R(\gamma)$  - коэф-т Фришеля угл. наклона

$G$  - эффект затенения класса микропараметров осерини

$$d\Phi_k = G(\psi, \theta, \varphi) f(\alpha) \cos \gamma R(\gamma) d\omega_N \cdot \frac{d\Phi_i}{\cos \psi} + \frac{d\Phi_i}{r} k_D \cos \theta d\omega_k$$

$k_k$  - собствен. осей эллипсоида



$$f(\alpha) = f(0) \frac{k_k^2 \cos \alpha}{1 + (k_k^2 - 1) \cos^2 \alpha}$$

$$d\omega_N = d\omega_R / (4 \cos \theta)$$

5

4

3

2



2.03.06 лекция

$G(\psi, \theta, \varphi)$  - коэф-т отражения  
излучения, возбужденного затенением  
микрограней сферическими

$\psi$  - угол падения, измеренный от нор-  
мали к поверхности  
 $\theta, \varphi$  - сферич. угол направления  
излучения

$\varphi$  - азимутальный угол  
 $\theta$  - угол возвышения

$2\theta$  - угол двухлучности -  
матрица направления излучения  
и наблюдения

$R(\delta)$  - коэф-т отражения излучения  
микрогранями, возбужденной  
через коэф-т  $\delta$  граней.

Эмпире - Большая ось совпадает  
с модельной нормалью элемента  
поверхности,

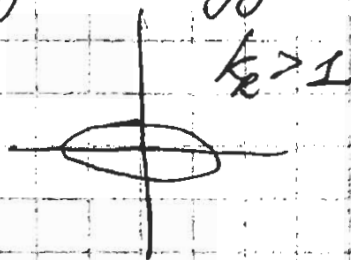
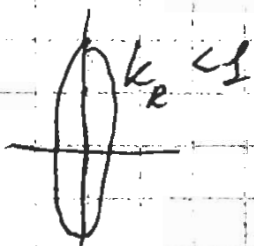
коэф-т  $k_r$  - отношение малой и  
большой осей эллипса, т.е.

харак-т степень разнотония (масштаб  
распред. микрограней по направ.)

чем  $\delta$ , тем  $k_r$ , тем  $\delta$  дисперсия;

- если  $k_r \rightarrow 0 \Rightarrow$  зеркальный пов-ть -  
все микрограня ориентирована в  
сторону модельной нормали.

если  $k_r \gg 1 \Rightarrow$  диффузно отраж. пов-ть



Анализ полученных результатов показал, что более точной аппроксимацией  $\delta$ -на распределения пикнудов микрорайон в зависимости от ориентации их локальной нормали является двухкомпонентная модель 2-х Эллипсоидов.

Вводится два параметра  $k_1$  и  $k_2$

$$I(\psi, \theta, \varphi) = k_0 \frac{k_r^2 \cos \alpha}{1 + (k_r^2 - 1) \cos \alpha} R_0(\delta) \frac{G(\psi, \theta, \varphi)}{\cos \psi} + k_0 \cos \theta$$

$$I(\psi, \theta, \varphi; k_0, k_1, k_2)$$

Функция модели учитывает все существенные закономерности, обнаруженные при эксперименте.

$k_0, k_1, k_2$  - параметры настройки модели, необходимые для минимизации СКД, аппроксимации эксперим. данных целевой моделью.

$k_0$  и  $k_1$  - весовые коэффициенты модели, учитывающие все направления и диффузионной составляющей.

Сигнактрис

Если  $k_1 \gg k_0$  - дифф. широкотриса, в противном случае, узкотриса приближается к зеркальной.

Зеркальной  $\uparrow$  если  $k_2 \rightarrow 0$

Контр- $\nabla$  ослабление за счет эффекта затенения маскировки полусферой решетки заданы теорией водородов плазменного слоя - & вверху

## Модель ширкатрисы рассеяности

$$r_{\lambda}(\psi, \theta, \varphi) = \frac{R I(\psi, \theta, \varphi)}{d P_i \cos \theta} = k_B \frac{k_R^2 \cos \alpha}{1 + (k_R^2 - 1) \cos^2 \alpha} + k_D R_0(\gamma) \frac{C_r(\psi, \theta, \varphi)}{\cos \psi \cos \theta}$$

Настройка эмпирических параметров  $k_B, k_D, k_R$  осуществляется методом наименьших квадратов (МНК).

МНК реализовано в программе  $\varphi$ -сцен, кот. увеличивает база тех направлений движения и наблюдения, важные для работы оптического локатора.

Для безусловного минско аппроксим. эксперимент. данных реализован с помощью алгоритма Дэвисона-Флетчера-Пауэлла - квази-ньютоновский метод с переменной метрикой.

## Процедура оптимизации

1. предварительная оптимизация (сформируется модель характеристик отражения в мертвой зоне)
2. итеративная - основная оптимизация

База данных ширкатрисы обновляется.

- A - азимутальные образцы
- B - тропекальное
- S - горизонтальное и вертикальное
- C - космические объекты

Модель излучения собствен-  
ной поверхности элемента  
целого

- направленная спектральная  
степень черноты -  $\epsilon_\lambda(T_s, \theta, \varphi)$

Шаг спектральной диаграммы  
 $\Delta\lambda = 1 \mu\text{m}$

$T_s$  - температура эл-та поверхности  
 $(\theta, \varphi)$  - направление наблюдения

Степень черноты - энергия излуче-  
ваемой элементом поверхности  $dS$   
в единицу времени в спектраль-  
ном диапазоне  $[\lambda, \lambda + d\lambda]$ , в  
пределах элементарного телесного  
угла  $d\omega_\lambda$  в направлении  
наблюдения

$$d^3 \Phi_\lambda(T_s, \theta, \varphi) = \epsilon_\lambda(T_s, \theta, \varphi) \epsilon_{\text{LB}}(T_s) c \cos \theta$$

$$dS d\omega_\lambda d\lambda$$

$\epsilon_{\text{LB}}(T_s)$  - характ. абсолютного черного  
тела (спектральная излучен-  
ность)

$$\epsilon_{\text{LB}}(T_s) = 2\pi^5 c_1 \lambda^{-5} \left\{ \exp\left(\frac{c_2}{\lambda T_s}\right) - 1 \right\}^{-1}$$

$c_1$  - к Стефану

$$c_1 = c_2 = \text{const}$$

Для инженерных расчетов  
применяется упрощенная  
мультитемпературная модель  
степени черноты:

$$\epsilon_\lambda(T_s, \theta, \varphi) = \epsilon_{\text{LB}}(T_s) \cdot \rho(\theta, \varphi)$$

$\epsilon_N(T_s) = \epsilon_\lambda(T_s, 0, 0)$  - спектральная  
степень серпота в направлении  
нормали. Учитывает радиаци-  
онное св-ва материала  
покрытия.

Судане ман. морем это  
самостоятельно приводит к  
необходимости описания зави-  
симости оптических постоянных  
вещества от температур и  
длины волны - это коэф-т  
прибора и коэф. поправки

Теория Тирелла, Кубика, Мунка  
В основу ученой морем  
направл. спектр галоген лампы  
добавится закон Видемана -  
Франца - Лоренца

$\epsilon_N(T_s)$  учитывает влияние  
шероховатости пов-ти на  
радиационное св-ва.

он отвечает идеально черной  
пов-ти вещества

$k_1$  и  $k_2$  - коэф-т степени направ-  
ленности индикатрисы

$\delta$  - и Видемана - Франца - Лоренца  
устанавливает зависимость  
удельной проводимости  
металла от его температур

$$\sigma_0(T_s) = \epsilon(T_s) / (4T_s)$$

$k$  - постоянная Лоренца

$T_s$  - темпер. пов-ти металла

$$E_{RN}(V_S) = 1 - \frac{2mc^2(V_S) - 2m\lambda(V_S) + 1}{2}$$

9.03.06. лекция

## Система параметрической модели- рования 3D объектов.

Класс. метод Рен-а. зарод.  
цифровой моделир. -  
поверх. и цвет. и вх. элемент  
РБП. Предот. мат. описание  
простр.-об. конфигурации 3D  
объектов.

Сущ. базисные ком-ва систем  
3D моделирования (AutoCad, 3D-max)

Система Pro-инженер  
ориентирована на построение  
параметрической модели  
3D объекта, т.е. ввод. образ-  
многообразие, фазетов, как правило  
теплоходной формы, расположени-  
ем на пов-ти цвет.

- кратко-инт. алгоритмическая  
сложной пов-ти (мат. точка  
зрения). Применим только  
ком-ва фазетов  
Задана, локал. точки → перед  
сложной ком-ва фазетов.

параметрическая система  
Система основана на  
принципе КТМ (констр-но  
метрической моделирования)

3D объект описывается конечным  
множеством примитивов (БПВ -  
базовые пространственные  
элементы)

Имеется конструктор построения  
модели: шар, цилиндр, билинейный  
деформ

Имеется теоретико-множественная формула в кот. содержится операция БПЭ (пер. логических операций). В состоянии графовом прицепе графического представления (ГП).

ГП: прицеп реализует связь множества вершин БПЭ (частей)

Переход от КТМ к ГП реализуется матрица смежности (сетевая) между вершинами БПЭ.

Все эти прицепы заложены в объектно-ориентированную библиотеку. Реализует основные операции: поиск вершин, смежности, удаленности (и т.д.)

## Базовые пространственные элементы

3 типа - плоскости 1-го типа (прямые плоскости, граничные поверхности полигональной области - не более 5 вершин)

- плоскости ограниченные координатной и участками 2-го порядка (нет случая только кривой 2-го порядка)

- порции квадратичной поверхности

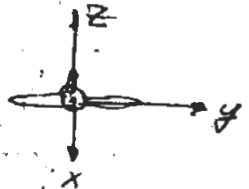
⇒ вершины мат. модели для описания



плоскости ~~шаров~~ БПЭ  
еще - ся канонот. ур - шшш  
плоскости:

$$n_x x_t + n_y y_t + n_z z_t - a_p = 0$$

$x_t, y_t, z_t$  - система координат  
объекта (цели)



$y$  - пер. ил - пн крошбев  
 $x$  - ось строения объекта  
 $x_t O y_t$  - плоскость тангенса

$z_t O x_t$  - плоскость курса

$y_t O z_t$  - плоскость крета

$n$  - направляющие плоскости  
нормали в СКО (сист. коор. цели)

Способ задания плоски в БПЭ:

1) задается кол-во вершин  
полигона (до пяти) и  
координаты вершин в СКО.

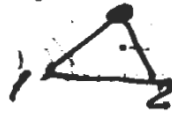
Порядок задания: обход вершин  
смысл в полигоне, направле-  
ний (против часовой стрелки)  
с вершиной нормали

Условия уникальности  
(принадлежности) точки  
к плоскости 1 типа:

- эти условия пров - ся в  
проекции на ту коор. пл - в  
СКО, которая составляет  
миним. угол с фик. БПЭ  
1 типа

Пусть это множество точек  
 пара взаимно точек касания  
 точка  $(x_0, y_0)$  находится внутри  
 контура (контур) если  
 по знаку  $our - \pi$  типа.

$$\begin{vmatrix} x_0 & y_0 & 1 \\ x^{(k-1)} & y^{(k-1)} & 1 \\ x^k & y^k & 1 \end{vmatrix} \quad \begin{matrix} k=2, 3, \dots, M \\ (k-1) - \text{номера вершин} \\ \text{треугольника} \end{matrix}$$



знак хар-т направление ирисам.

Точности  $d$ -го типа

для контура тоже самое.

Для контура  $our - \pi$   
 кривой  $d$ -го порядка  
 описывается в  
 параметрах  $x = f_0(t)$ ,  $y = f_1(t)$   
 локальной системы этой  
 кривой. (имеется вершина  
 кривой первая ось - касательная,  
 вторая - нормаль)

Заданы координаты фокуса  
 двойной дуги и начальный  
 радиус

$$r_0 \approx r_0(\xi_0) = f_0 / (1 + \epsilon \cos \xi_0)$$

$f_0$  - фокус  
 $\epsilon$  - эксцентриситет

Кривая 2-го порядка  $\sqrt{}$  роунается  
в результате пересечения  
силовского плоского элемента  
с пов-тью 2-го порядка  
(квадратичном БПЭ).

$\Rightarrow$  при совместном решении  
получаем интересующие  
параметры.

Проверка условия изгибаемости  
точки плоскости 2-го типа  
проверяется в проекции  
на одну коор. плоскостей  
СКД.

Заданы параметры:

- коор-ты вершин пирамиды и  
и.к. координаты, если она есть

- уг-лы наклона ребер кварта-  
льной пов-ти в пересечении  
с которой имеют кривую  
второго порядка.

- уг-лы координат вершин-  
ной кривой.

БПЭ 3-го типа (функция  
квадратичного неверхности)

наб. описание  $e$  и помощью канонич.  
ур-ния в обобщенном виде.

$$\frac{m_{e1}}{a_{e1}^2} x_e^2 + \frac{m_{e2}}{a_{e2}^2} y_e^2 + \frac{m_{e3}}{a_{e3}^2} z_e^2 = m_{e4}$$

(в системе коор-т главных  
осей квад. пов-ти)

параметры  $m_{e1} \dots m_{e4}$  - опис. г. при поверхности  
заполн.

$m_{e1} = \dots = m_{e4} = 1$  - эллипсоид  
с полуосями  $a_{e1}, a_{e2}, a_{e3}$

$m_{e1} = 1, m_{e2} = m_{e3} = 1, m_{e4} = 0$  - конус

ось конуса совпадает с осью  $Ox$ , вершина - в начале СК.

- конус эллиптический

$m_{e1} = 0, m_{e2} = \dots = m_{e4} = 1$  - эллиптический

цилиндр  
ось -  $Ox$ , поперечное сечение - эллипс  
с полуосями  $a_{e2}, a_{e3}$ .

сферическая локальная СК  $Ox, Oy, Oz$   
развернуто относит. ко условиям  
 $Ox, Oy, Oz$  в полярных углах Эйлера.

Параметры: - тип пов-ти  
(эллипс, цилиндр, конус)

- параметры пов-ти ( $a_{e1}, a_{e2}, a_{e3}$ )

- ориентация главных осей  
квадратной поверхности  
от осей СК ( $\alpha, \beta, \gamma$ )

- координаты точки центра  
локальной СК в глобальной СК.  
(относительно)

Выбирается плоскость, выходящая  
на которую проверяется  
условие принадлежности  
точки квадратной пов-ти

1. уст. - точка лежит внутри  
двухугольного сеторекундального

2. по числу квадратов. по-ти  
условно по координате z.  
 $z_{a1} < z_a < z_{a2}$

В настоящее время возможно  
улучшение точности аппрок.  
крестр - от координат - чем  
3D на основе расширения  
списка: приращивов

(применение в-splin об  
гарантиях на пересечении  
крестр. растре, по-ти  
быть)

Применение крестр - x  
splin - об основах на  
действительных второго поколения.

На по-ти главной цели  
имеются участки с  
различными значениями  
отраженности, излуч. или  
показат. з. среды

Оптика - лакокрасочное  
материалы и средний класс - тепловое  
радиационное - радиационное  
радиационное. мат-лы

- условно называемы заручей  
полюсности радиационные  
по-ти на участки  
с разными хар-ми.  
⇒ схема радиационных  
различных участков актуальна

Схему размещения метки на  
выдохе описывает множество  
БПЗ мост. I-типа.

## Алгоритм расчета трехмерного картрина цели.

состоит в расчете координат  
точек на поверхности цели  
визуальной по отношению к  
используемому устройству.  
(расчет Z-буфера 3D объекта)

Получают что-то вроде нормали  
поверхности так, чтобы одна из  
осей Z повернутой системы  
равна вектору направления  
условной центр цели - источник  
излучения (излучатель).

Поворачиваем так, чтобы  
ось X смотрела на  
излучатель.

Аналогично ось Z картинную-  
плоскость - поворачиваем  
меткой Z - ось направления  
на излучатель (YOE).

Оси их параметров - абсцисса  
цели в сфере радиуса  
сфер, описанная вокруг  
3D объекта.

ZR - радиус цели

Проекция цели на картинную  
плоскость при ее любой  
ориентации будет находиться  
внутри окружности шарику  
картица.

Задача: найти проекцию и  
для нее сформулировать X-буфер  
(множество коор-т X  
которое лежит на  
поверхности земли)

Для-тз решены две задачи  
ориентации карты и  
множества задается ортого-  
нальной линией. Для  
каждого узла графа  
задается направление  
на изучаемый  
находится ближайшая  
точка пересечения луча  
с нов-тью объекта (покази-  
вающие точки на нов-ти  
объекта)  
ближайшим по отношению  
к изучаемому.

- Функция перебора ми-ва БПЭ  
находит X-координату  
точки пересечения луча с БПЭ,  
лежащую внутри его огра-  
ничивающей контура (удов-но  
цел. широтности). Из полу-  
ченного множества БПЭ  
выбирают ближайший к  
изучаемому.

В случае не-тн 1 и 2-го  
типа  $\Rightarrow$  решение ур-ний  
1-го типа

квар-ан нов-тв  $\Rightarrow$   
решение квадратного ур-ния.

В ближайшей зоне условия  
малоугольного приближения

не возмещается. В том  
случае, что картина  
плоская, связанная  
с направлением оси  
центр земли - ось вращения,  
уменьет ориентацию  
(задача показателем для  
каждой точки, расстра).

- это на а. задании затенения.  
(показательные точки на  
относительно к центру земли).



16.03.06.

3 этап шимпаномного модели  
полей зрения и вкрьот  
визуальных СДП свейом с  
разработкой эконоомических  
(в объеме - о м отношении)  
алгоритмов веселенного  
мн - я зрения) респ - ил  
Этм полей/дифракционесых)  
по обученной и наблюд -  
делесей поверхности объекта  
локации.

В оттке основное воемел.  
забота на этом этапе  
связана с расчетом  
двухсерной  $f$  - цен скорости  
3D объекта в углах  
ортогономальной матрицы  
картинной проекции.

Необходимо моделир - то  
интерактивес покротел  
с сущ - но поправ - ти  
кар - ти отраженес  
(изученес).

В одних сетелесвиом  
отраженес (сущ - е)  
сетко интегрированиес  
р. д. очень поробной  
чтобы не пропустес  
участки несвесвиом  
отраженес).

Этаптевиом сетко тешелесвиом  
интегрированиес  
мн савесвиом расчетная  
модель.

Оптимальное решение  
необходимо решать и в радио-  
инженерном анализе  
сигнала. Т.к. необходимо  
реализовать алгоритм  
(эффективное) шифрования  
интерпретирование быстро  
осуществляемых функций.

→ размер файла интерпретации  
не более нескольких тысяч  
байт несутся.

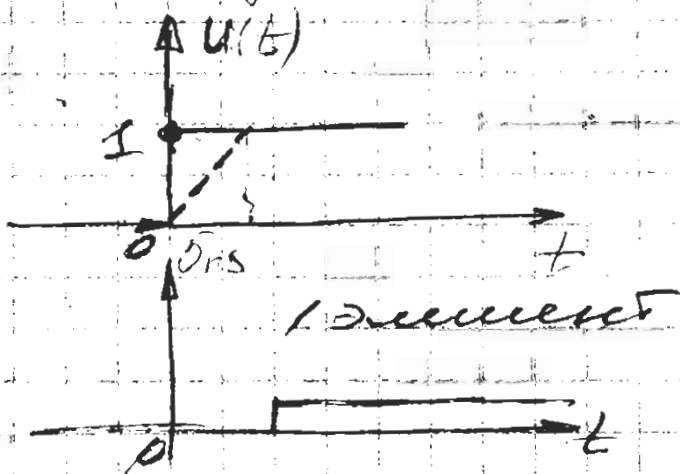
Для поиска информации  
малом количестве ⇒ N/A

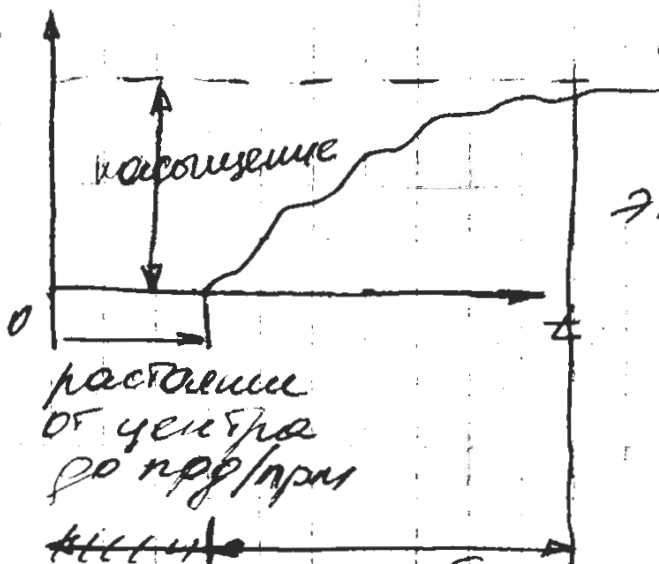
→ необходимо создать аппаратные  
алгоритмы шифрования

Переходная характеристика  
и шифрование ЭПР  
цели в радиотехнике  
оптимальные системы  
(в активной лазерной системе)

Вектор определяется сигналом  
в виде  $\varphi$ -чел или  $\varphi$ -  
( $\varphi$ -чел хевисайда)

фронт - 5 ns





все элементы

ЭПР объекта для стационарного излучения

расстояние от центра до профиля

минус радиус объекта с обратного ракурса (выраж. в единицах времени)

Конформность кривой зависит от формы объекта - переходная характеристика.

Соп-и ии-п Формы (свертки) в слое ствольца с заданными минимумами заданной формы и заданной длительности дает временем прошедшее реальное отраженное сигнала.

$$K(t|\alpha, \beta) = \int_{-R}^R \int_{-R}^R \delta(y, z) U \left( t - 2 \frac{L_0 - x(y, z)}{c} \right) * dx$$

$$* \gamma_n(\psi|y, z) \cos \psi dy dz$$

двумерная плоскость на поверхности заданной геометрии на карманной плоскости

$L_0$  - расстояние до центра от профиля

$\psi$  - угол наблюдения

выбираем сетку интерпретации.

Формирование графической сетки или интерпретации.

ЭПР - это мощность потока излучения, ориентированного в-но зондирующему излучению, и количеством облученного отражающего диэлектрика (по закону Ламберта) и без потерь, и формирующего в точке приема антенны такой же мощности что и реальная цель для условий ее стандартного облучения.

Мощность облучения -  $0,1 \text{ Вт}$  в  $30 \text{ мВ}$  и  $10 \text{ мВ}$  и  $1 \text{ мВ}$  с ростом частоты при которой происходит и потеря энергии и уменьшается размер объекта.

$$R \leq \frac{c \cdot \sigma_{\text{ц}}}{2} \quad \begin{matrix} \frac{c \cdot \sigma_{\text{ц}}}{2} \rightarrow \text{простр. проф. элемента} \\ \frac{c \cdot \sigma_{\text{ц}}}{2} \rightarrow \text{размер цели} \end{matrix}$$

размер цели  $c \cdot \sigma_{\text{ц}} / 2$  в радиусе

$$A(d, \beta) = \int_{-R}^R \int_{-R}^R \sigma(y, z) \cos(\psi) \cos(\theta) \cos(\phi) dy dz$$

$$T = T(d, \beta) = \int_{-R}^R \int_{-R}^R \sigma(y, z) \cos(\psi) \cos(\theta) \cos(\phi) dy dz$$

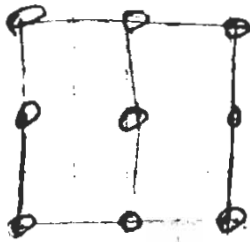
Графическая сетка интерпретации радиуса стандартного полуволнового диаметра.

анализируется скорость изменения  
функции  $f$  - или скорости  $f(x, z)$

Сетка имеет ячейки базисной  
размера там где  $f(x, z)$   
меняется медленно.

Маленькие ячейки, где  
функция скорости изменяется  
быстро (пики).

Таблицный курс радируется  
с помощью равномерной  
губой сетки - 3 ячейки  
для функции скорости для  
одной ячейки.



т.к. применяется  
кубатурная  $f$  - или  
Симпсона

по 9-ти (.) вол - и  
параметра равномерно  
параметра.

$f$  - или скорости итер-  
периодически квадратичной  
полиномом.

→ по участку первоначально  
сетку итерационно по  
нек. фиксированной области.

В результате сращивания  
наблюдается уменьшение к 3  
первонач. узлам радиусов  
тоновом - 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000

Сравниваем два приближения.  
Если критерий

$$|P_i - Q_i|/3 \leq \Delta_i^* E_{abc} / (4R^2)$$

max +  
ин-д-абс.  
ошибка

выполняется, то решение  
проблемы не прекращается.  
если не выполняется  
(LIFO) управление три  
кварта и 4-х управ-  
лений в стек - оставшаяся  
значения.

23.03.06. лекция

Коррелр - е временная професия  
ЭПР цели в активной  
лазерной системе.

При всплеск - он облучаем  
объекта, когда размещается  
зондир. всплеск  $t_s \ll$  простр-од  
протекание объекта с  
заданного ракурса  $T(\alpha, \beta)$   
временной професия отраженно  
всплеск будет длина.  
по формуле от зондир улице.

$$i_r(t|\alpha, \beta) = \int_{v_{min}(t)}^{v_{max}(t)} i_s(t-v) \left\{ h(\tau|\alpha, \beta) \right\}$$

$v_{max}(t)$   $\uparrow$  коррелр  $\downarrow$  непереходная хар-ка  
 $v_{min}(t)$   $\uparrow$  абс-од  $\downarrow$  хар-ка

$$v_{min}(t) = \begin{cases} t - t_s & \text{где } 0 \leq t \leq t_s \\ t & \text{где } t_s \leq t \leq T(\alpha, \beta) + t_s \end{cases}$$

$$v_{max}(t) = \begin{cases} t & \text{где } 0 \leq t \leq T(\alpha, \beta) \\ T(\alpha, \beta) & \text{где } T(\alpha, \beta) \leq t \leq T(\alpha, \beta) + t_s \end{cases}$$

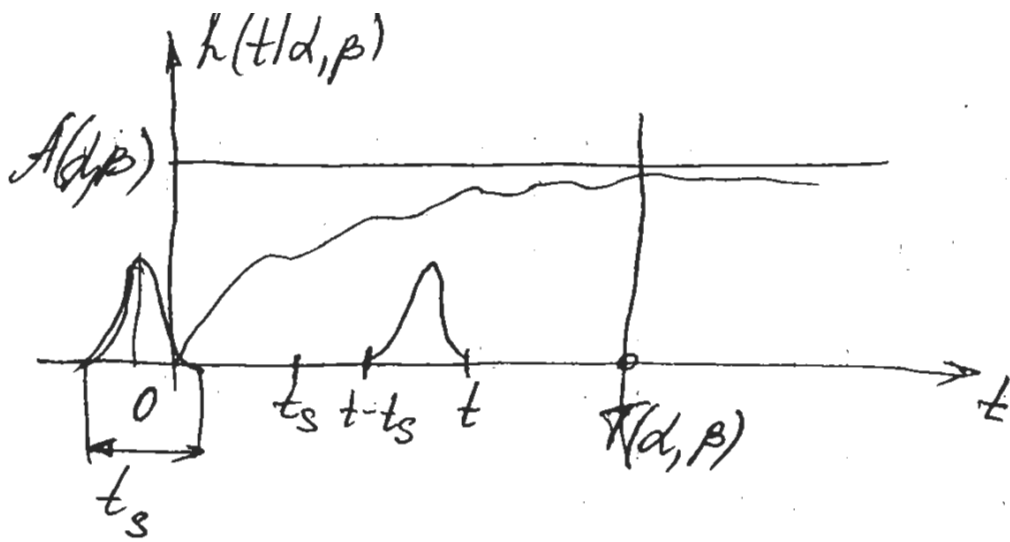
$$h(\tau|\alpha, \beta) = \frac{h(t|\alpha, \beta) - M^2}{A(\alpha, \beta)} ; \tau = t/T(\alpha, \beta)$$

$\uparrow$   
коррелр-од  
ПХ

$\uparrow$   
ЭПР цели

$v_{min}$  и  $v_{max}$   
длит-ть

учит-ть коррелр  
перех. хар-ка



интерференция дает возможность  
рассматривать хар-ки с  
разрешением 1-го рода.

м-л в ширине  $\rightarrow$  марков  
часть м-л шума  
(реакция на марков часть  
сигнала)  $\rightarrow$  м-л шума  
разреш-е шума скачков.

Непрерывное изображение  
фи-ки - реакция марков  
части объекта (не имеет  
сигналов)

Разрешная картина -  
набор дискретных участков  
математическое отражение  
на поверхности объекта  
(участки БТ)

$$h(\alpha, \beta) = h_{\text{сигнал}}(t|d, \beta) + h_{\text{шум}}(t|d, \beta)$$

перех. хар-ка - фрактальная  
ф-ция (не обладает  
краев-ой (конечной) поредка)  
целого

израз-ая грубой поредка



const  
 cont ~~one~~ - импульсная хар-ка  
 объекта  
 реакция на пов-ти на  
 зондер. Импульсы генератора  
 $\varphi$  - шум (идеал.  $\varphi$  - шум Дирака)

$$I_{PRC}(t|\alpha, \beta) = \sum_{n=1}^{N(\alpha, \beta)} A_n^{(s)}(\alpha, \beta) \{t - T_n^{(s)}(\alpha, \beta)\}$$

$$T_1^{(s)}(\alpha, \beta) < T_2^{(s)}(\alpha, \beta) < \dots < T_N^{(s)}(\alpha, \beta)$$

- это минимальное время  
 прихода каждого импульса

$$i_R(t|\alpha, \beta) = \int_{v_{min}(t)}^{v_{max}(t)} I_{PRC}(v|\alpha, \beta) i_s(t-v) dv +$$

$$+ \sum_{n=1}^{N(\alpha, \beta)} A_n^{(s)}(\alpha, \beta) i_s \{t - T_n^{(s)}(\alpha, \beta)\}$$

Для малых  $t$  - шум - не шум  
 когда  $t_s \geq T(\alpha, \beta)$  - отражаемся  
 импульсы по форме такой же  
 как и зонд -  $t_s$ , масштаба -  
 дир. задержки ЭПР объекта  
 шум мал. шум. (+ расщепление)

Импульсная ЭПР - [м<sup>2</sup>]

$$\max \{ i_e(t|\alpha, \beta) \} = A(\alpha, \beta) \max \{ i_s(t) \} = A(\alpha, \beta)$$

Важ - се эксперим - тот показывает  
 что для боевой системы  
 адекватности целей импульс  
 ЭПР существенно ослабляется  
 при длитель-ти зонд - 20  
 мкс > 5 нс.

Тип пок-я и ритм - 76  
30 секун-но велич-е на  
пространственной диаграмме  
ЭПР!

Интегральный метод анализа  
отраженных шепельев.

Ишата. чигровая морель,  
воспроизвод-е в эксперименте  
(во время - 100) ф-у. закономерности  
цел-я ориентир на секун-е  
вобисит - в затратах.

Результаты усил-е вл-е  
ареквентность вог-ою эксп-та  
результатом комплексных  
оценки.

Т.о. формул - ея представ-е  
дана ранней хар-к отраж.  
и цел-я объектов.

=> задача специально. формата  
хранение этих данных =>  
Анализ функцион. системы -  
цел-я, метода оптиче-х  
высверлилов обработки  
поиска оптимальных хар-к  
отраж. и цел-я объектов  
всех таковы ставител.

Ишата. морель - сложная  
морель.

=> задача создания море-  
ли второй уровень -  
богаты морели ("реальной"  
время).

результатов функционирования - и  
 модели второго уровня  
 функционирования - а именно аппарат-  
 ного и программного  
 обеспечения, компьютерных сетей.  
 работ

научно-технической модернизацией.

Модель - это временная проекция  
 материальной ЭТР в реальном  
 времени. Временная модель  
 является не предельно возмож-  
 ной, поэтому ее можно  
 по форме отразить - в  
 материальной модели записано  
 в объектно-ориентированной

форме. Эквивалентность  
 вводится к = - в и модели  
 и материальной модели и  
 модели материальной модели.

⇒ научная модель - это обобщен-  
 ная математическая и  
 обобщенная объектно-ориентированная  
 материальная ЭТР.

$a_{ts}(\alpha, \beta) = v_2 / v_1$  - энергия  
 элементная

$v_{ts}(\alpha, \beta) = v_2^2 / v_1$  - мощность

$v_n = v_n(\alpha, \beta) = \int_0^{t_s} A_n^k(t | \alpha, \beta) dt \quad (n=1, 2)$

- масса  
 (по закону сохранения энергии)

$v_{ts}(\alpha, \beta) = \frac{A(\alpha, \beta)}{a_{ts}(\alpha, \beta)} \int_0^{t_s} I(t) dt$

- грубая модель "реальной" времени  
форма объекта - собственное  
функция

Решение трех задач:

- специал. формат <sup>тран.</sup> данных  
(ЭПР, размер, собст. ф-ция)
- спец-но сокращ. объем  
траншионал инфор-ция,  
(исходный)  
постав-ка моделью
- предл. конкретное  
информат. приращение

30.03.06.

лекция.

Модели реального времени  
хар-к отражения  
в иерархиях локальных  
сетевых.

Руководство ищет, чер-го  
модернизации позволяют  
решить важные задачи.

1. сохранение стандартного  
формата данных для  
хранения результатов  
исл. работ в конкрет.  
форме (сжатие данных).

2. построение модели  
"реального" времени для  
программного обеспечения  
работ сетей компьютерной  
модернизации.

3. построение иерархического  
прос-ва в каждой размер-  
ности при классификац.  
объектов.

Ориентир методов реал. этих  
задач - метод главных  
компонент.

(исходные данные: МО + АКФ  
пространств. диаграммы).

$k(\alpha, \beta)$  - ЭТР

$k(\alpha, \beta)$  - индекс во перехо-  
дах характеристик.

(+  $\sigma(\alpha, \beta)$  - нр. размер шлеса)

указанное кар-ки-решением-  
 двоякое  $\beta$ -ши от естествен-  
 ных углов  $\alpha$  и  $\beta$  - едени-  
 ческих углов направленные  
 облучения надпрямой в с.к.

то вправои ест. усреднением  
 шекки  $\beta$ -еест надпрямой  
 ПХ, усредненно по всем  
 ракурсам  $\beta$ еест, и АКФ ПХ.

средняя  $\bar{h}(\tau) = \int_0^{2\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} h(\tau, \alpha, \beta) W_2(\alpha, \beta) d\alpha d\beta$

$\tilde{R}(\tau) = \int_0^{2\pi} \int_{-\pi/2}^{\pi/2} h(\tau_1, \alpha, \beta) h(\tau_2, \alpha, \beta) W_2(\alpha, \beta) d\alpha d\beta$

$W_2(\alpha, \beta)$  - совместная ПРВ  
 ориентации объекта

$\tau_1$  и  $\tau_2$  - два сечения

→ корреляционная функция

в случае равномерной  
 ориентации угла откоса  
 на пр -  $\alpha$  единг. азимуте

$W_2(\alpha, \beta) = \frac{\sin(\beta + \pi/2)}{4\pi}$

Алгоритм числ-го интегр-ия  
 функции. двумерная  $\beta$ -но  
 численно  $\alpha$  и  $\beta$  -  $\alpha$   
 всевозможна на соответ-е  
 сетки. (по углам  $\alpha$  и  $\beta$ )

$\vec{H}(\alpha, \beta)$  -  $n$ -мерный вектор столбец  
 для отсчетов ПХ для

принципиального рекурса

$$\vec{H}(\alpha, \beta) = \{h_1 \dots h_n\}^T$$

$$h_n = h(n \Delta \tau / \alpha, \beta) \quad n = 1 \dots N^?$$

$\Delta \tau$  - интервал времени  
дискретизации

$$R = \|\epsilon_{ij}\|$$

$$\epsilon_{ij} = \vec{H}(i \Delta \tau, j \Delta \tau)$$

$\Rightarrow$  AR матрица  $(N \times N)$   
 $256 \times 256$

$\Phi$  - ортонорм-ал матрица  
собственных векторов

$$\vec{H}(\alpha, \beta) = \tilde{\Phi} \times \vec{\chi}(\alpha, \beta) \Big|_{\neq 1}; \quad \Phi = \{\Phi_1 \dots \Phi_M\}$$

M-ранг  $\Rightarrow$  эффективная  
аппроксимация

$$\vec{R} = \sum_{j=1}^M \lambda_j \vec{\Phi}_j \vec{\Phi}_j^T \quad \& \lambda_1 > \lambda_2 > \dots > \lambda_M \geq 0$$

$$\vec{\chi}_k(\alpha, \beta) = \vec{\Phi}^T \times \vec{H}(\alpha, \beta)$$

оптимальная оценка  
( $\Rightarrow$  kein SKO)

$\vec{\Phi}$  имеет размерность  $N \times M$

$$\text{SKO} = \frac{\lambda_{M+1} + \dots + \lambda_N}{\lambda_1 + \dots + \lambda_N}$$

аппроксим.

⇒ анр. ПХ имеют иерархическую структуру:

1. ЭТР для этапа - то облучения, с заданной ракурс  $A(\alpha, \beta)$

2. размер обз.  $T(\alpha, \beta)$

3. множество признаков в базе радиолокации Лочева

$X_1(\alpha, \beta) \dots X_M(\alpha, \beta)$  картина набор свойств признаков  
(век. пред. перех. хар - кр - см.)  
- компоненты вектора (характеристики)

$X_1$  - основные ПХ на первом собственном векторе (коор-т форма - отнесен от сфера)

⇒ стандартный набор признаков.

Мне более 10 (реально 2...3 характеристики)

ПХ: содержат непрерывную и разрывную компоненты.

МТК решает оптимальное модели в классе моделей (не может решить в классическом модели в принципе → сводится к классическому случаю)

Т.к. ПХ это удовлетворяющая ф-ция  $0 \leq h_1 \leq h_2 \leq \dots \leq h_n \leq 1$



⇒ метр наименьших квадратов с наименьшим значением

→  $X_{opt}(\alpha, \beta)$  арг. минимуму - минимальный квадрат нормы Евклида

$$X_{opt}(\alpha, \beta) = \arg \min \|H(\alpha, \beta) - \tilde{F} \cdot X(\alpha, \beta)\|^2$$

Эту оптимальную задачу рационально сформулировать в терминах решения систем линейных неравенств.

Термин релаксации здесь понимается в том смысле, что система неравенств как правило несовместна, т.е. нельзя найти вектор параметров  $X(\alpha, \beta)$ , который бы удовлетворял всем неравенствам системы.

Поэтому вводят ослабление этого термина, т.е.  $X(\alpha, \beta)$  - мин-ая погрешность выполнения неравенств.

Система несовместных неравенств может иметь компромиссное решение, которое удовлетворяет условиям дополственности. ⇒ это означает релаксацию параметров переменных

Для канонич. нерав-ва свое.

Если пер. возмущаемое тогда,  
то эта переменная = 0  
иначе эта переменная > 0  
(случай индикатора степени  
нарушения неравенства)  
Вводится матрица потерь B.

⇒ функционал потерь

$$\vec{V}^T(\alpha, \beta) \times B \times \vec{U}(\alpha, \beta)$$

⇒ Релаксационный алгоритм  
решения системы  
неравенств.

- это стандартный метод  
используемый в теории реально  
времени - МТК (дискретное  
разношение каровенд - логика),  
возможно адаптированный к  
специфике результатов  
исследования

Т.к. МТК строит линейные  
модели, то приходится  
решать систему линейных  
нерав-ств при апр - см  
линейных данных.

13.04.06.

лекция

Масштаб-цифровое море - в  
в современных научных  
системах самонаверения.

Роботности  $\phi$ -цифровыми  
направлениями цифровых систем  
наверения.

Т.к. угол возвышения в достаточной  
масштаб (наибольшего направления)  
объекта, то размер  
и длина направления на  
предмет. пов-ть может  
существенно превышать  
пространство протяженности  
зондируемого объекта (10 м)  
⇒ существование энергии  
поверхности. Отр-ые между собой  
существуют в заданной  
во времени.

Проблема: масштаб - отвлеченно.  
Эффект масштаба при цифр. мор-е  
невозможен, т.к. масштаб  
работы неметрич. образ  
объекта (1:100) требует увеличен-  
ные и расчеты в цифр. мор-е  
иначе невозможно существо-  
вание масштаба в таком же  
масштабе.

⇒ цифр-ой мор-е не  
учитывает эффект  
масштаба

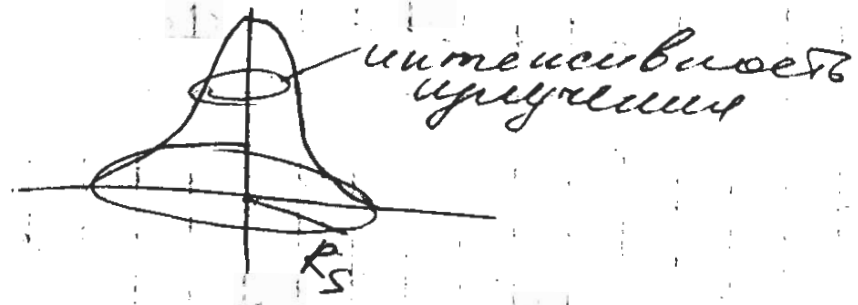
Необходимо разработать мор-е  
для цифр-ой мор-е и  
направление цифр. мор-е  
направление пов-ти

Основа: маторономы сная мод - а  
 случаюнок полей.  
 (поле сурности поретинающей  
 поверхности в виде сур - го  
 поле с заранном иоррешени  
 оно спектральном хар - ки)

Верхняя отражательная характеристика земли.

ст. сина в виде функции  
 включения Хевисайда. - образуем

Необходимость расчета через  
 хар - ки в популятивных  
 случаях: на большей части  
 территории Корреници сред - а  
 лучок нагрива по света  
 мильсавично облучает зем. (имеется менто на пов - ти зем)



Для прак. систем отражаю -  
 щие св - ва земли характеризуют  
 по отношению к отражающим  
 св - вам (наволосерно) поскою  
 шума. Он ридрузив и без  
 потерь отражает, переносит - к  
 точку по света и коимство  
 во переживает, расположен  
 в точке хар - ва с коорди -  
 натами зем. центра  
 зем.

Здесь проекцию плоской  
спутной к ортогональной  
системе (там был полностью  
находился в пучке дерева).

~~Основание~~  
Условие норм-ки.  
инт-л от поверхности  
плоскости = 1

$$\int_{(S_H)} M_0(y_s, z_s) \cos \psi_H dS =$$

$$= \int M_0(y_s, z_s) dy_s dz_s = 1$$

$E_k(t)/E_k$  - безразмерная переходная  
опраж. характеристика.

Приводит поверхность инт-л  
к прямоугольнику с проекцией  $\beta$   
на картинную плоскость. (\*)

Основное расчетное эталонное  
математическое моделирование

1. угол обзора объекта
2. создается мат. модель  
двухнаправленной модели  
циркулярной сферности  
коэф. сферности - ф-ция углового  
триганга
3. угол наблюдения и матр - e  
на излучатель
4. угол наблюдения и матр - e  
на приемник

8- помехи шума рвухосиенной  
поены.

Параметры наспроден иудраж-  
 $K_B, K_D, K_R$  варьируют форму  
модели (диффузия, направи, смеш-се)

ПП моделируется в помощи  
модели случайного экрана.

9. е. поле яркости подв. пов.

Для описания поля яркости  
ПП принята канонич. спектр-ые  
модели поля двух типов:

- цитронное поле  
АКФ-отрезок ряда

Турые - Бессели

сорт е преобр-е Таккеня  
(интервальное) в такой парам-  
метрии АКФ дает модель  
радиального спектра поля  
в виде конечной смеси  
распределений Релея-Райса  
Такая модель (приводит)  
удобна для стати. мор-ч  
случайных частот како-  
мической спектр. модели (см.  
прошлого семестр)!

- амплитудное поле  
СТМ представляется моделью  
конечной смеси стационарных  
эмиссионных спектров  
(с помощью метрики  
шахаюнодеса)

модели урожайности т.к.:

1. Параметры модели урожайности идентифицировать с помощью системы EM алгоритмов.

2. Сама модель урожайности имеет вектор случайных частей, т.к. реализуется процессом кооперации (урожайности в биологических системах).

Матрица метриков - в пределах пространственной и на карте не реализуется квадратная функция симметричная форма.

Ошибки системно за объектами моделируются как независимые гауссовские ошибки марковской цепи с переходом по камерам в метрах.

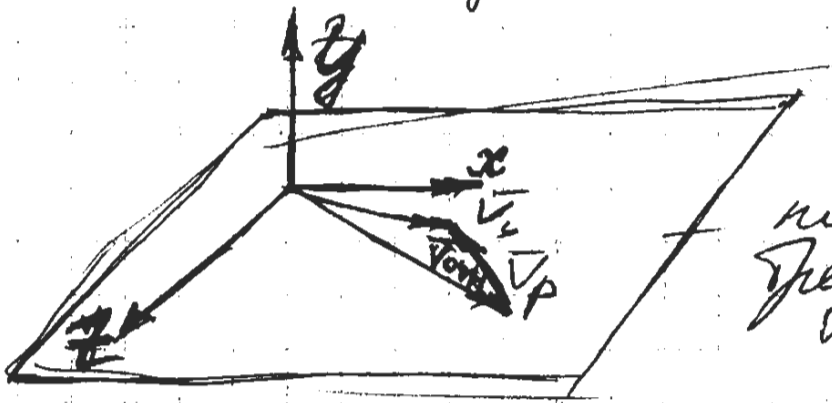
Реализация стандартного алгоритма видима в виде т.к. в АРСС.

Расчетное задание \*

1. заданы все-го образа объекта.
2. - " - модели поле яркости фона

Задаются:

- параметр все-го образа
- пар-ы прямо-углоугольного преобразования
- условие близости и условия с целью и расчетной области сигнала (для каждого канала)



м-тв скоростного дрейфа (xoz)

Запрещается ~~создавать~~ и смотреть относительно осей системы координат.

Зонная ось располагается по вектору относ. скорости.

=> Промах и угол по глубине промаха

- \* Программное обеспечение
- 1) расчет преобразования в картах местности
- 2) моделирование поля яркости пер. пов-ти



4.05.06. лекция

## Методы измерения ИК спектров

Традицион. метод измерения направленного спектральной степени черноты

В ср. и дальнем диапазоне ИК спектра доля энергии, излуч. объектом, соответствует направл-ой спектральной степени черноты. Но ср-ю это на долю энергии излучения, кот. реально излуч. элемент пов-ти тела.

Эта хар-ка зависит от:

1. спектральной диапозона, в кот. осуществляется доля излуч-ой тепловой энергии.

Ср. ИК диапазон - от 5 мкм до 20 мкм  
Д. ИК - " - " - от 20 мкм

2. Температура излучаемого тела.

3. Микрогеометрия излучаемой поверхности.

4. Угол наблюдения: измерю нормалью к эл-ту пов-ти и направл. наблюдения.

Напр. спектр. степень черноты:

$$\epsilon_{\lambda}(T, \theta, \varphi)$$

Термин, используемая элемент  
поверхности  $dS$  в единицу времени,  
в спектральном диапазоне  
 $[\lambda, \lambda + d\lambda]$ , в элементарной телесной  
углу  $d\omega_r$  отр - ся <sup>интенсивность излуч. ад. черной тела</sup> выразим

$$d^3\Phi_\lambda(T_s, \theta, \varphi) = \epsilon_\lambda(T_s, \theta, \varphi) \cdot i_{\lambda B}(T_s) \cdot$$

$$\cdot \cos \theta dS d\omega_r d\lambda$$

$\theta$  - к нормали

$$i_{\lambda B}(T_s) = 2\pi C_1 \lambda^{-5} \left\{ \exp\left(\frac{C_2}{\lambda T_s}\right) - 1 \right\}^{-1}$$

$$C_1 = 0,59548 \cdot 10^{-16} [\text{Вт} \cdot \text{мкм}^2]$$

$$C_2 = 14388 [\text{мкм} \cdot \text{К}]$$

В инженерных расчетах

$\epsilon_\lambda(T_s, \theta, \varphi) = \epsilon_{\lambda 0}(T_s) \cdot \rho(\theta, \varphi)$  <sup>направленное св-во</sup>  
- мультипликативная модель  
эmissии черноты

$$\epsilon_{\lambda 0}(T_s) = \epsilon_\lambda(T_s, 0, 0)$$

$\rho(0, 0) \equiv 1$  - нормированная  
индикатриса

Для описания температурной  
и спектральной зависимости  
эmissии черноты при помощи  
метода решетки ур - ния  
переноса энергии в явном

мутных средах.

Применяется метод ГКМ  
(Буревича - Кудбенки - Мулика)  
- двухпоточковой вариант решения  
уравнения переноса энергии  
в сплошной мутной среде.

Суть метода: в слое вещества  
имеется два решения  
распространения излучения  
(в прямом направлении; и  
в обратном напр - ии -  
рассеяние).

Решение ур - ии переноса  
соотв - ии с ГКМ теорией  
криворы и функции. завися-  
мости отечности черноты  
от оптических постоянных  
вещества:  $k_{\text{ср}} - \tau$  принимаем  
и  $k_{\text{ср}} - \tau$  помещаем в  $\beta$ .

Важно знать зависимость  
оптических постоянных  $\beta - \beta_0$   
от температуры и длины  
волны.

Зависимость от длины волны  
достаточно слабая, поэтому  
в ит. расчетах считают, что  
отечность черноты постоянна  
в спектральном диапазоне  
применения теплового излуч. сек. м.

Точное представление о направлении поверхности.

Второй коэффициент описывает направление в-ва и индикатор степени шероховатости.

Грубая для практич. расчетов вкл. модель в виде смеси двух направл-х составляющих суммируемых веса этих сост-х  $k_{B1}$  и  $k_{B2}$

$$\rho(\theta) = 1 - k_{B1} \left\{ 1 - \frac{k_{R1}^2 \cos^2 \theta}{1 - (1 - k_{R1}^2) \cos^2 \theta} \right\} - k_{B2} \left\{ 1 - \frac{k_{R2}^2 \cos^2 \theta}{1 - (1 - k_{R2}^2) \cos^2 \theta} \right\}$$

значит

$\rho(0) \equiv 1$  при  $\forall$  параметров, т.е. модель уровн. усл. нормировки.

При  $\theta = \pi/2$  :  $\rho(\pi/2) = 1 - k_{B1} - k_{B2}$   
 т.о. нами-ся ограничимся на веса : они положительные и их сумма не больше 1.  
 Параметры  $k_{R1}$  и  $k_{R2}$  это коэффициенты гор. и верт. осей диаметров (на скосово расе.)

	$k_{B1}$	$k_{R1}$	$k_{B2}$	$k_{R2}$
Модель 1	0.5	1.0	0.5	2.0
Модель 2	0.5	1.0	0.5	3.0
Модель 3	0.7	1.0	0.3	13.0

Если параметр  $K_R \geq 1$  то эн-сиг  
связаны по отнош. к таблическ  
нормам.

Модель 1 - модель индикатрисы  
цикл. «оттис. шаркой» поверх.

Электрика  
Модель 2. 0-70° угловой дигр. цилиндрич.

- и - 3 - модель цилиндрич. шарк.  
ров-ой шайбы на высоте 2мм.

Спектральная зависимость оптич.  
постам. вещества опис-ся  
многомерной моделью  
Роберта.

3-и Виреман-Франца-Лоуренца  
хар-т зависимость урвн. и  
проверимост. ме. по постам-  
после док. от температур

$$\sigma_0(T_s) = \xi(T_s) / (L T_s)$$

L - пост. Лоренца =  $2,51 \cdot 10^{-8}$  [вт. ом. ч.]

$\xi(T_s)$  - коэф-т электрошос

температурности мет.

$$T_s = [K]$$

Для ме в сферич. и равн. и  
диаметре электр. коэф-т  
применения и измерения

$$\mu_x(T_s) = \sqrt{30 \Delta \xi(T_s) / (L T_s)}$$

⇒ расчет  $\varphi$  - на

$$\varepsilon_{n,N}(T_s) \approx \frac{2}{\mu_\lambda(T_s)} \varepsilon_1 - \frac{2m\lambda^2(T_s) - 2m\lambda(T_s+1)}{2m\lambda^2(T_s) + 2m\lambda(T_s) + 1}$$

↑  
напр.  
нормам

## Синтез температурного изображения в УК системах

С помощью процедуры центр.  
процур-а осущ-ся преобр-а  
дискретизации пов-ти объекта.  
Анализ-ся эн-ти пов-ти  
цели, видимые по отнесен-  
ию к температур.

Каждой эн-т пов-ти цели  
формирует нечетное  
число в напр-ии  
времени.

Это число состоит из:  
1. собственного числа  
элемента (темповое)

2. передаточное за счет  
внешних соседних элементов  
пов-ти цели.

Линейность нелиней-еvidence  
неустойчивой и преобр-а.  
Линейности.

$$\text{Box}[n_1, n_2] = \text{Box}^{(s)}[n_1, n_2] + \text{Box}^{(e)}[n_1, n_2]$$

⇒ итнсивность керсема  $[n_1, n_2]$ .  
 \*  
 Для учета взаимного влияния соседних э-тов пов-ти цели составленной сетемму ур-ний энергетической баланса.

⇒ условия коэф-т  $\gamma(n_1, n_2)$  - структур-ые в напр-ии  $(m_1, m_2) \Rightarrow$   
 сч энергетического баланса.

ун. коэф.

$$F[n_1, n_2 | m_1, m_2] = \frac{\cos \theta [n_1, n_2 | m_1, m_2] \times}{L^2 [n_1, n_2; m_1, m_2]} \times \cos \theta [m_1, m_2 | n_1, n_2]$$

$L$  - расстояние между элементами

Система счЭП в общем случае лвл. нелинейной.

Ее линеаризуют с помощью операции логарифмирования

⇒ ~~реже~~

2) расчет ф-ла

$$\varepsilon_{N,N}(T_s) \approx \frac{2}{\mu_\lambda(T_s)} \varepsilon_1 - \frac{2m\lambda^2(T_s) - 2m\lambda(T_s+1)}{2m\lambda^2(T_s) + 2m\lambda(T_s) + 1}$$

↑  
напр.  
нормали

## Синтез тепловизионного изображения в УК системах

С помощью процедуры центр. проецир-я осущ-ся проецир-я дискретизация пов-ти объекта. Аналогично с эл-тн пов-ти цели, видимые по отношению к тепловизору.

Каждой эл-тн пов-ти цели формируется пиксельное изображение в напр-нии зрения.

Это изображение состоит из:  
1. собственного изображения элемента (тепловое)  
2. переотрашенное за счет внешнего рассеяния элементов пов-ти цели.

Яркость пикселя - сумма излучаемой и отраженной яркости.

$$B_{\text{отр}}[n_1, n_2] = B_{\text{отр}}^{(s)}[n_1, n_2] + B_{\text{отр}}^{(e)}[n_1, n_2]$$



\* Численность керкала

$$I_0[n_1, n_2] = A \omega_0 [n_1, n_2] \Delta \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} S[n_1, n_2] \cos \theta_0 [n_1, n_2] \int_{\lambda_{\min}}^{\lambda_{\max}} \beta_0 \lambda [n_1, n_2] R(\lambda) d\lambda$$

$$(n_1 = 1, \dots, N_1, n_2 = 1, \dots, N_2)$$

$N_1, N_2$  - размер светоприемника  
изображения.