

13.02.18

Wednesday, February 7, 2018 11:46 AM

Александр Борисович

Разработка ИС для электроэнергетики

### **Методы Исследования и Моделирование Информационных Процессов и Технологий**

- Система - имеет внутреннюю структуру (целостную), взаимосвязанные элементы, подсистемы.
- Системы взаимодействуют определенным образом. У системы есть свойства отличные, от тех элементов, из которых состоит.
- Система -
- Подсистема - подобно системы, но облад. меньшим кол-вом свойств, нежели у самой системы.
- Элемент - простейшая неделимая часть системы
- Структура - наиболее существенные отношения между элементами и их группами, из которых состоит система. Практический не меняется за период жизни системы. Может быть представлена в виде графов/матриц. Связь/взаимодействие между элементами.
  - Связь - отношения между элементами. Бывают прямые и обратные (по направленности инф. процессов). Важнейшую роль играют обратные связи.
- Состояние - мгновенный срез всех параметров элементов и подсистем входящих в систему.
- Внешние элементы - воздействуют на (возмущают) систему. Элементы, не входящие в состав системы.
- Модель - описание системы, отражающую определенные свойства (некоторую сторону) системы. Для тестирования (возмущения), оптимизации.
- Материи свойственно организоваться в системы.
- Существует сложность управления коллективами.
- Образовались управляемый персонал. Они ничего не производят, но необходимы для управлением производственным процессом.
- Потом появлялось большое количество информации, которую не успевали переработать. Из-за этого стали появляться информационные системы (АСУ).

Развитие шло по 2-м направлениям

- Кибернетика - управление сложными системами.
- Общая теория систем
  - Открытая система - взаимодействует с окруж. средой (обмен энергией, веществом, т.д.)

Информационная система - совокупность взаимосвяз. элементов, обособленных от среды, но взаимодейств. с окруж средой (инф. пространством), как целое для решения определенных проблем.

Для природных систем - совокупность взаимосвяз. элементов, обособленных от среды, но взаимодейств. с окруж средой ...

- Равновесие системы - отсутствие внешних возмущений, оставаться устойчивой в своём состоянии (параметры не меняются).
  - Устойчивость (статическая) - способность системы возвращаться в состоянии равновесия после того, как она была выведена из него внешними воздействиями.
  - Динамическая устойчивость - переходит между устойчивыми режимами (в случае аварии).

Классификация систем

- По виду отображаемого объекта
- По виду научного направления
- По виду формализованного автомата (детерминированные [в-р начального состояния и законы, по которым меняются параметры. Любую точку можно рассчитать] и стохастические системы [случайный характер])
- Хорошо/плохо организованные (диффузные) системы (исключение избыточности, лишних модулей, четкое определение всех связей)
- Коммуникативность
- Иерархичность - целостность на каждом уровне иерархии. Каждый член иерархии приобретает новые свойства в иерархии, которые не были у него до включения в иерархию.
- Историчность - важно свойство, учитывающая элементы входящие в систему на протяжении эксплуатации.

В процессе жизни системы, её цель может меняться. Есть иерархия целей и иерархия подсистем. С помощью иерархии целей можно повысить нужные показатели, "нажав" на нужные бизнес процессы

20.02.18 Сем

Tuesday, February 20, 2018 2:05 PM

"ЭХО-плюс" - система записи переговоров.

Фонема - элементарная частица человеческой речи.

GPU до 20 раз быстрее для преобразования речи в живом темпе в фонограммы

27.02.18

Tuesday, February 27, 2018 1:50 PM

## Моделирование систем

Математика - инструмент исследования

Основа создания мат. моделей.

- Мат. модель -
- Модель - материальный или мысленно представляемый объект, который представляет объект оригинал, сохраняя те типичные черты, которые интересуют в процессе моделирования.
  - Материальные - моделирование с помощью материального аналога.
  - Идеальные - проводиться мысленные аналогии
- Моделирование - процесс построение и использование моделей.

Над некоторыми реальными объектами недопустимы эксперименты, но с помощью мат. модели, можно исследовать.

При мат. мод. выделяются наиболее важные факторы, влияющие на модель. Также позволяет понять как управлять объектом (оптимальное управление)

При экспериментах с реальным объектом, можно прийти к необратимому состоянию

Если есть динамич. характ., то можно исследовать динамич. состояния объекта.

1. ?( / | \ )
2. Можно исследовать структуру объекта, научиться управлять объектом (процессов), наилучшие способы управления
3. Исследовать воздействия на объект.

Главная роль модели: дает ответ на поставленные вопросы

Классификация мат. моделей:

- Непрерывные (по времени, входные параметры)
- Дискретны (могут принимать конечное число известных значений, при описание исп-ся мат. логика, Т. автоматов)
- Стационарные (изменение основных параметров системы)
- Нестаци.
- С сосредоточенными параметрами ()
- Распределенными
- Одномерные
- Многомерные
- (Многосвязные - входы и выходы)
- Линейные (коэффициенты не зависят от времени)
- Нелинейные (наличие зависимых коэффициентов)
- Аналитические
- Численные мат. модели (используются численные методы)

4 направления моделирования

1. Моделирование динамических систем
  - а. сложные объекты, с помощью программ моделируются (аналоговые были раньше)
2. Дискретно-событийное моделирование
  - а. Дискретные события, система приводится к потоку заявок, которые обрабатываются объектами
3. Системная динамика
  - а. Изучается сложные системы в зависимости от структуры и связи между ними.
4. Агентное моделирование
  - а. С использование агентов

## Свойства моделей

- Конечность -
- Упрощенность - не удобно иметь дело со сложной моделью
- Приближенность - количественные параметры(?)
- Адекватность - соответствия требованиями точности, полноты, т.д.

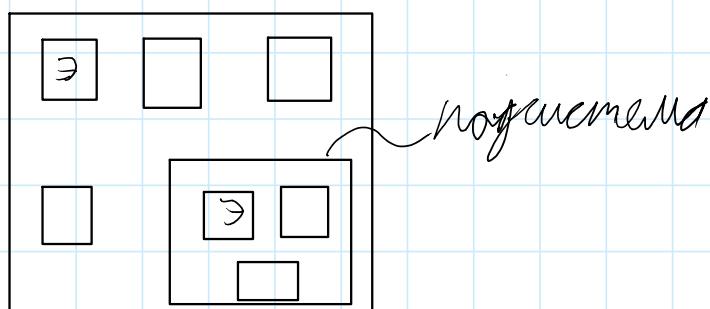
## Построение модели:

- Модель черного ящика

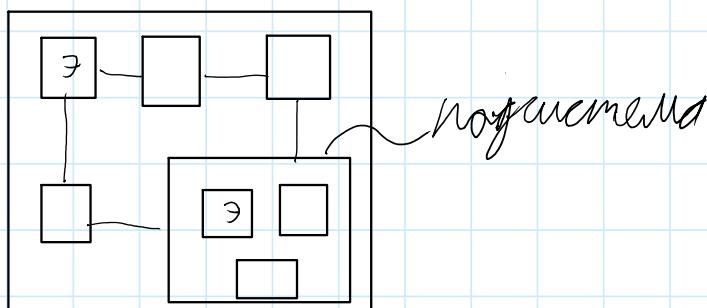


Возмущающие действия среды, изменяющие выходные переменные.  
Не видна структура элементов, из которых может состоять объект.

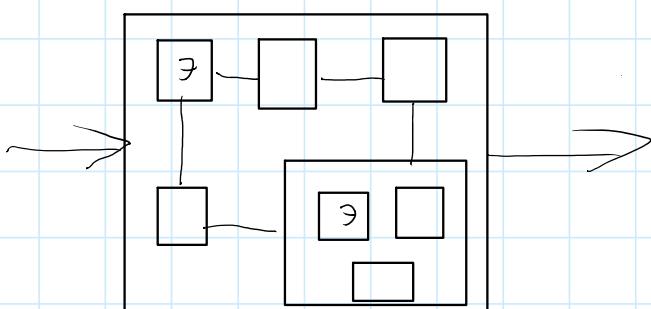
- Модель состава объекта



- Модель структуры (+ связи)



- Модель структурной схемы системы (+входы\выходы)



Субъект - целенаправленное управление системой.

Управление - целенаправленное взаимодействие субъекта с системой

У субъекта есть набор потребностей

- Цели управления
  - Стабилизация - пример - частота (50Гц) в электросети
  - Выполнение программ - заданное значение управляемых величин изменяется заранее известным образом
  - Следование - Когда управляющее воздействие не известно, надо отслеживать одну систему, управляя её другой.
  - Оптимизация - оптимизация своя для каждого конкретного случая. Есть критерии оптимальности. Пример - оптимальный расход топлива в зависимости от необходимого уровня вырабатываемой мощности для различных часов в течение дня.
- Синтез оптимального способа (?) управления.

Основные этапы моделирования:

- Формирование цели
- Определение объекта управления
- Структурный синтез
- Идентификация параметров модели объекта
  - определение параметров модели. В мат. описании модели есть параметры. Необходимо подобрать коэффициенты, чтобы модель была макс. адекватна.
- Планирование эксперимента
- Синтез управления
- Реализация управления
- Адаптация (коррекция)
  - Изменение параметров модели в зависимости от изменений в нем (к примеру - обрыв одной связи в топологии электро-сети). Модель не пересчитывается заново (топливо за пред часы уже отработано), а только с момента изменения.

Базовые компоненты системы управления активами СУА

- Техн. Ослуж. и Ремонт
- Диагностика
- Ключевые показатели эффективности и активности

06.03.18 Сем

Tuesday, March 6, 2018 1:53 PM

**Примеры ИС (прод. - Эхо плюс)**

Аппаратное обеспечение - можно использовать специализированные карты, который сами обрабатывают и сжимают аналоговый сигнал речи, что снижает нагрузку на основной CPU, или же можно их не использовать, и всё нагрузку наложить на CPU.  
(оцифровка каналов речевой информации)

**Система синхронной передачи голосовой оперативной информации с подстанций ЕНЭС в центры управления сетями (ССПГИ)**  
Для аварийных ситуаций - передача диалога и инфы об аварии всем выше-стоящим уровням. Имеет квантование, на случай обрыва линии, чтобы не начинать передавать всё с начала.

**Фрактал**

Система видео фиксации. Мобильная видео-конференция.

**Методы представления сигналов**

Есть задачи: сжатия, устранения шумов,

Есть алгоритмы сжатия с потерями и без потерями информации

Базисные функции могут быть ортогональные (тогда разложение ортогональное), и неорт (разложение по неорт базису)

Гармонические функции хорошо подходят в качестве базисных.

Рассмотрим разложение в ряд Фурье

Ряд Фурье  $f(x) = A_0 + a_1 \cos x + a_2 \cos 2x + \dots + b_1 \sin x + b_2 \sin 2x + \dots$  $a$  — период функции, если  $\varphi(x+a) = \varphi(x)$  $\cos nx$  имеет период  $2\pi, \frac{2\pi}{n}$ Найдем значения параметров ( $a_1, a_2, b_1, b_2$ )

$$\int_{-\pi}^{\pi} \cos nx dx = 0 \quad n = 0; 2\pi$$

 $p, q$  — целые

$$\cos px \cos qx = \frac{1}{2} \cos(p-q)x + \frac{1}{2} \cos(p+q)x$$

 $n = p - q$  $p = q \neq 0$ 

$$\int_{-\pi}^{\pi} \cos px \cos qx dx = 0 \quad \int_{-\pi}^{\pi} \cos^2 px dx = \pi$$

$$\sin px \sin qx = \frac{1}{2} \cos(p-q)x - \frac{1}{2} \cos(p+q)x$$

$$\sin px \cos px = \frac{1}{2} \sin(p-q)x + \frac{1}{2} \sin(p+q)x$$

$$\Rightarrow \int_{-\pi}^{\pi} \sin px \sin qx dx = 0 \quad (p \neq q)$$

$$\int_{-\pi}^{\pi} \sin^2 px dx = \pi \quad (p \neq 0)$$

$$\int_{-\pi}^{\pi} \sin px \cos qx dx = 0 \quad (p = q, p \neq q)$$

 $U(x), V(x)$  называются ортогональными, если  $\int_a^b U(x)V(x)dx = 0$ 

Предположим, что ряд можно почленно интегрировать

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x)dx = 2\pi A_0 \Rightarrow A_0 = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x)dx$$

 $a_k, k \neq 0$  $x \cos kx$ 

$$\int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos kx dx = a_k \int_{-\pi}^{\pi} \cos^2 kx dx = \pi a_k$$

$$\Rightarrow a_k = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \cos kx dx \quad *$$

$$b_k = \frac{1}{\pi} \int_{-\pi}^{\pi} f(x) \sin kx dx \quad **$$

Ряд Фурье (разложение по ортогональному базису) получается, когда подставляем эти коэффициенты

При  $k=0$ , формула \* дает  $\frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos kx + b_k \sin kx)$ 

О сходимости ряда Фурье (Теорема Римана):

$$\lim_{k \rightarrow \infty} a_k = 0, \quad \lim_{k \rightarrow \infty} b_k = 0$$

Ряд сходится, и  $S(x) = f(x) \forall x$   
так как ряд Фурье представляет  $f(x)$ , то

$$|f(x) - S_n(x)| \leq 2C \sum_{k=n+1}^{\infty} \frac{1}{k^2}$$

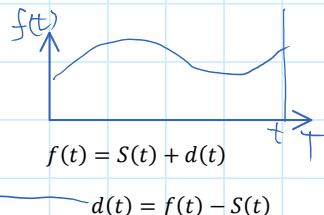
$$|f(x) - S_n(x)| \leq \frac{2C}{n}$$

Условия Дирихле - функция д.б. частично непрерывна, \_\_

Другая сходимость

$$f(t) \quad T \\ \varphi_1, \varphi_2, \dots \varphi_n$$

$$S(t) = \sum_{i=1}^n C_i \varphi_i(t)$$



$$d(t) = f(t) - S(t)$$

$$E_Y = \int_0^T Y^2(t) dt - \text{энергия функции}$$

$$E_d = \int_0^T d^2(t) dt - \text{энергия ошибки}, E_d = z(C_k), k = 1..n$$

$$\frac{\partial E_d}{\partial C_i} = 0 \quad i = 1..n \quad - \quad E_d \rightarrow \min \quad C_i^{\text{opt}}, i = 1..n$$

$$E_d = \int_0^T (f(t) - S(t))^2 dt = \int_0^T f^2 - 2f(t)S(t) + S^2 dt = E_f - A + E_s$$

$$E_f = \int_0^T f^2(t) dt$$

$$A = \int_0^T 2f(t)S(t) dt$$

$$E_s = \int_0^T S^2(t) dt$$

$$\frac{\partial E_d}{\partial C_i} = \frac{\partial E_f}{\partial C_i} - \frac{\partial A}{\partial C_i} + \frac{\partial E_s}{\partial C_i}$$

$$\frac{\partial E_f}{\partial C_i} = 0$$

(Не зависит от  $C_i$ )

$$\frac{\partial A}{\partial C_i} = 2 \int_0^T f(t) \left( \frac{\partial S}{\partial C_i} \right) dt$$

$$\frac{\partial E_s}{\partial C_i} = 2 \int_0^T S \left( \frac{\partial S}{\partial C_i} \right) dt$$

$$\left( \frac{\partial S}{\partial C_i} \right) = \varphi_i$$

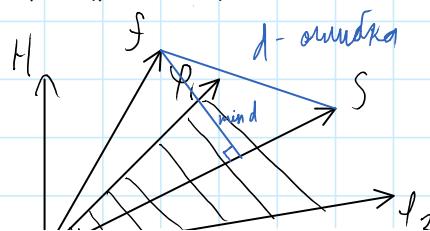
$$\sum_{k=1}^n C_k U_{ik} = V_i \quad i = 1..n - \text{линейное, неоднородное алгебраическое уравнение}$$

$$U_{ik} = \int_0^T \varphi_i(t) \varphi_k(t) dt, \quad V_i = \int_0^T \varphi_i(t) f(t) dt$$

$$E_d = E_f - 2 \sum_{i=1}^n C_i V_i + \sum_{i=1}^n C_i \sum_{k=1}^n C_k U_{ik}$$

$$E_d = E_f - \sum_{i=1}^n C_i V_i = E_f - E_s$$

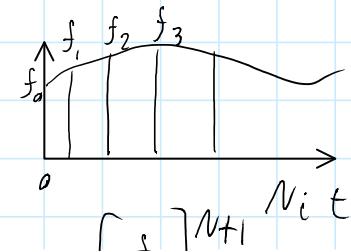
Введем Гильбертово пространства ( $H$ ). Линейным, векторном, заданным на вещественными или комплексными числами.  
Определена операция скалярного (умножения?)

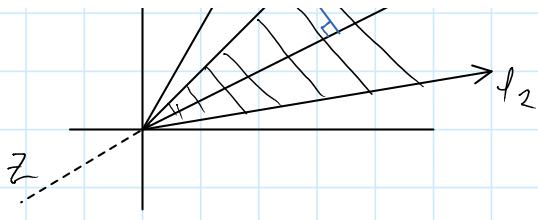


$$S = \sum_{i=1}^n C_i \varphi_i^{(k)}$$

$$K = 0..N$$

$$1 \dots$$





$$d \perp S \Rightarrow d \perp s_i \quad i = 1, \dots, n$$

$x(t), y(t)$

$$\int_0^T x(t)y(t) dt = \langle x, y \rangle$$

$$\int_0^T d(t) \cdot \varphi_i(t) dt = 0 \quad \int_0^T (f - S) \varphi_i dt = 0$$

$$U_{ik} = \langle \varphi_i \varphi_k \rangle = \int_0^T \varphi_i(t) \varphi_k(t) dt$$

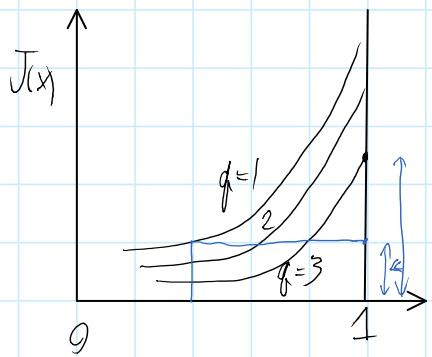
$$V_i = \langle f(t), \varphi_i(t) \rangle = \int_0^T f(t) \varphi_i(t) dt$$

$UC = V$

$$U = \begin{bmatrix} u_{11} & \cdots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \cdots & u_{nn} \end{bmatrix}$$

$$C = \begin{bmatrix} c_1 \\ \vdots \\ c_n \end{bmatrix}$$

(разложение экспоненты)

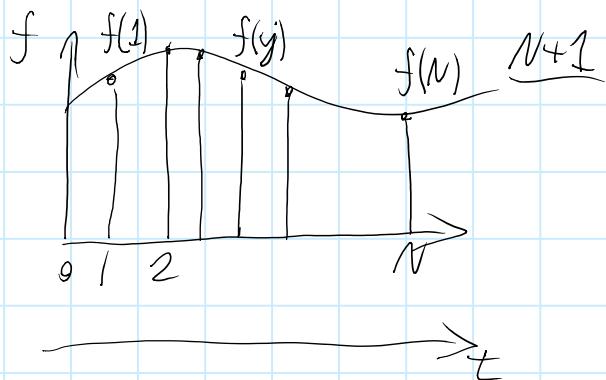


$f$  - квадратичные параболы

$K = 0..N$

$$d(t) = f(t) - S(t)$$

$$\begin{bmatrix} f_0 \\ f_1 \\ f_2 \\ \vdots \end{bmatrix}^{N+1} \quad N_i t$$



$$f(t_j) = f(j), \quad j = 1, \dots, N$$

$$\varphi(t_j) = \varphi(j)$$

$$S(j) = \sum_{i=1}^n c_i \varphi_i(j) \quad i = 1..n \\ j = 1..N$$

как бы  
отражал

$$\langle x(j), y(j) \rangle = \sum_{j=1}^N x(j) \cdot y(j)$$

$$E_d = \sum_{j=1}^N d^2(j) = \sum_{j=1}^N (f(j) - S(j))^2$$

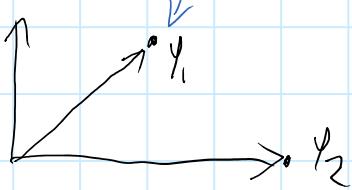
$$U_{i,k} = \sum_{j=1}^N \varphi_i(j) \varphi_k(j), \quad V_i = \sum_{j=1}^N \varphi_i(j) f(j)$$

$$U = \begin{bmatrix} U_{11} & U_{12} & \dots & U_{1n} \\ U_{n1} & \dots & \dots & U_{nn} \end{bmatrix}$$

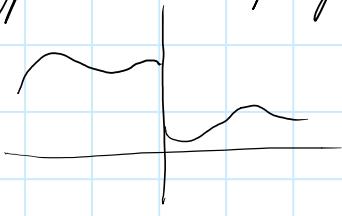
$$U^{optm} = \begin{bmatrix} U_{11} & 0 & \dots \\ 0 & \dots & \dots \\ \dots & \dots & U_{nn} \end{bmatrix}$$

$$U \subset V$$

"вектор - это точка" (в пространстве?)

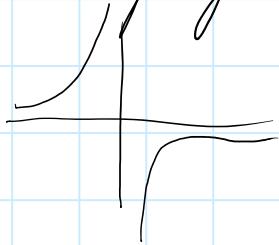


Разрыв 1-го рода:



сходится к  $\frac{1}{n}$

2-го рода:



$\frac{1}{n^2}$

...

$\frac{1}{n^3}$

27.03.18

Tuesday, March 27, 2018 1:47 PM

### MathCAD

Поле MathCAD - документ, куда можно писать текст, задавать и выводить переменные, производить автоматические расчеты и построение графиков.

$:$ = - Оператор присваивания

$=$  - Выводит значение

$==$  - проверка на равенство

$f=$  и дальше всё само вставляется (то есть выводится значение данной переменной)

Есть в панели "вставить функцию". Там есть функция "длина"

"Переменная диапазона" 0..N

Чтобы был дробный шаг 0, 1.1, 1.2, ..., N

В панели: графики x-y, задаем  $(f^{(0)})_i$ , i

X- скаляр,  $X_i$  – вектор

В панели - "программирование (схема алгоритмов)" выдает вертикальную черту, где можно писать код

$\leftarrow$  Это присвоение

X в конце цикла - возвращаемое значение

r - количество периодов на интервале обработки (кол-во пиков на графике)

eps - погрешность

G0 - среднее квадратическое отклонение.

k - линейный коэффициент

$W(b,k)$  у нас 3 шт. подряд потому, что это 3 возможных варианта. Перемещая одну из них вниз (изменяя scope), мы именно её применяем к документы (всему, что ниже)

$w_k$  – это  $\varphi$  из семинарских занятий,  $X_k$  – сама функция

(Теория:

$Bc=P$

$B^{-1}Bc = B^{-1}P$

Вырожденная матрица, это когда детерминант = 0

$Ic = B^{-1}P$ , где I – единичная матрица)

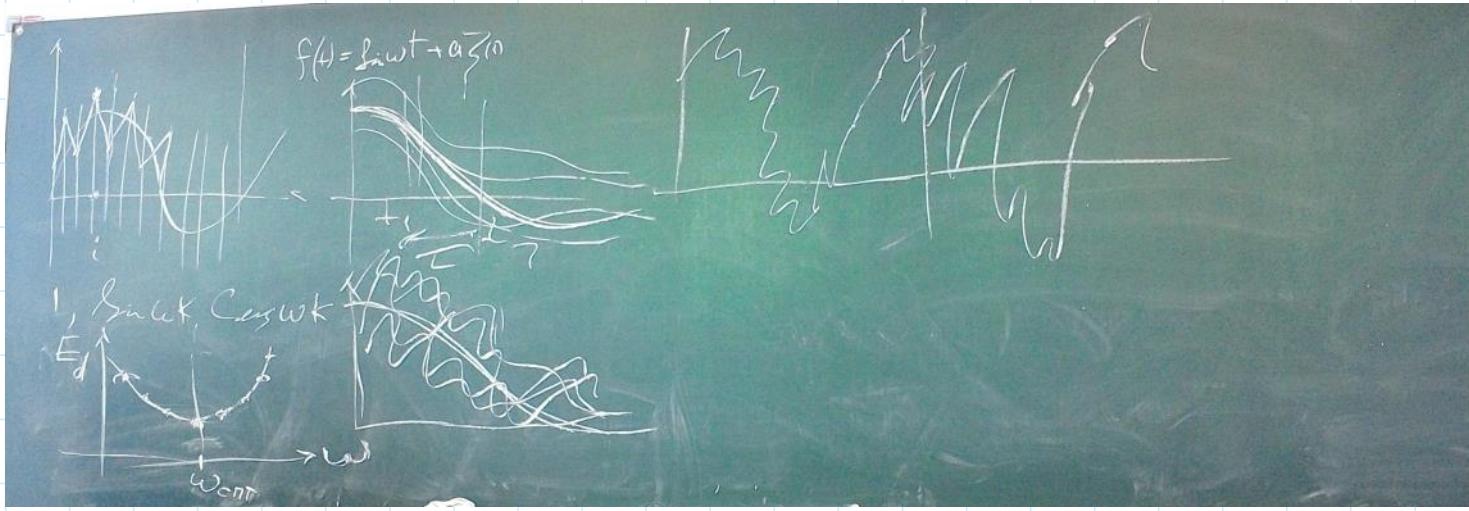
Разница между нашей формулы и оригинально в квадрате - это дельта

Цель - минимизация ошибки с минимальными базисными функциями



03.04.18

Tuesday, April 3, 2018 1:51 PM



(По центру: две случайные функции, у которых одинаковое мат. ожидание)

(Слева внизу - график омеги от "энергии ошибки" для характеристической функции выше.)

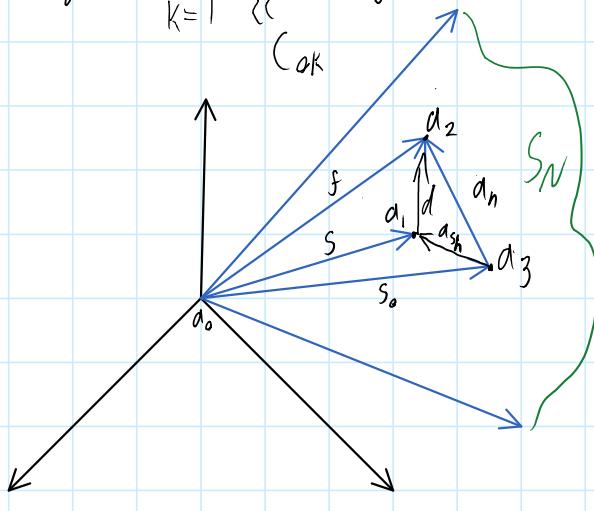
$$U \cdot C = V$$

с - коэффиц. разложения по базису.

$$U_{ik} = \sum_{j=1}^N \varphi_i(j) \varphi_k(j), \quad i = 1..n \quad | \quad V_i = \sum_{j=1}^N \varphi_i(j) f(j)$$

$$f(j) = S_o(j) + a h(j); \quad S_o(j) = \sum_{k=1}^n c_{ok} \varphi_k(j), \quad j = 1..N$$

$$f(j) = \sum_{k=1}^n c_k \varphi_k(j)$$



$$a S_h(j) + d(j) = a h(j)$$

$$a^2 E_{Sh} + E_d^2 = a^2 E_h$$

$$d(j) = f(j) - S(j)$$

$$K_{qp} = \frac{|a S_h(j)|}{|a h(j)|} = \frac{|S_h(j)|}{|h(j)|}$$

$$r = \frac{|d h(y)|}{|h(y)|}$$

$$K_{\text{qr}} = \sqrt{\frac{E_{Sh}}{E_h}}$$

$$E_h = M \left\{ \sum_{j=1}^N h^2(j) \right\} = \sum_{j=1}^N M \{ h^2(j) \} = \sum_{j=1}^N D_j = N D_h = N (G_h)^2$$

$$D_h = 1/12 = 0,083 \quad G_h = \frac{1}{2\sqrt{3}} = 0,289$$

$$S_h(j) = \sum_{k=1}^n C_{hk} \Psi_k(j)$$

$$E_{Sh} = \sum_{k=1}^n C_{hk} V_{hk}$$

$$U = V \\ Q = U^{-1} = |Q_{ij}| \quad i=1, n \\ j=1, n$$

$$C_{hk} = \sum_{k=1}^n Q_{kr} V_{hr}$$

$$E_{Sh} = \sum_{k=1}^n V_{hk} * \sum_{r=1}^n Q_{kr} V_{hr} = \sum_{k=1}^n \sum_{r=1}^n Q_{kr} V_{hr} V_{hk}$$

$$E_{Sh} = M[E_{Sh}] = \sum_{k=1}^n \sum_{r=1}^n Q_{kr} M[V_{hr} \cdot V_{hk}]$$

$$M[V_{hr} \cdot V_{hk}] = M \left[ \sum_{j=1}^n h(j) \Psi_k(j) \cdot \sum_{i=1}^n h(i) \Psi_r(i) \right] = \\ = \sum_{k=1}^n \Psi_k(j) \sum_{i=1}^n \Psi_r(i) M[h(j)h(i)]$$

$$M[h(j)h(i)] = \begin{cases} D_h, & i=j \\ 0, & i \neq j \end{cases}$$

$$1^{\text{v}} 1^{\text{L}} 1^{\text{R}} (y) n(l) \rangle = \langle 0, i \neq j |$$

$$\mathcal{M}[V_{hr} V_{hk}] = D_h \sum_{j=1}^N \Psi_k(i) \Psi_r(j) = D_h U_{rk}$$

$$E_{Sh} = D_h \sum_{k=1}^n \sum_{r=1}^n Q_{kr} U_{rk} \rightarrow I \text{ (единичная матрица)}$$

$$E_{Sh} = D_h \cdot n$$

$$K_{\varphi} = \sqrt{\frac{n}{N}}$$

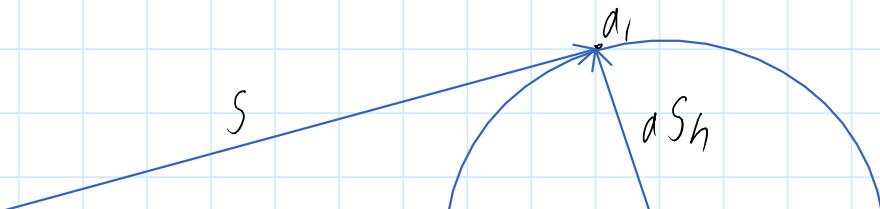
Коэффициент динамической

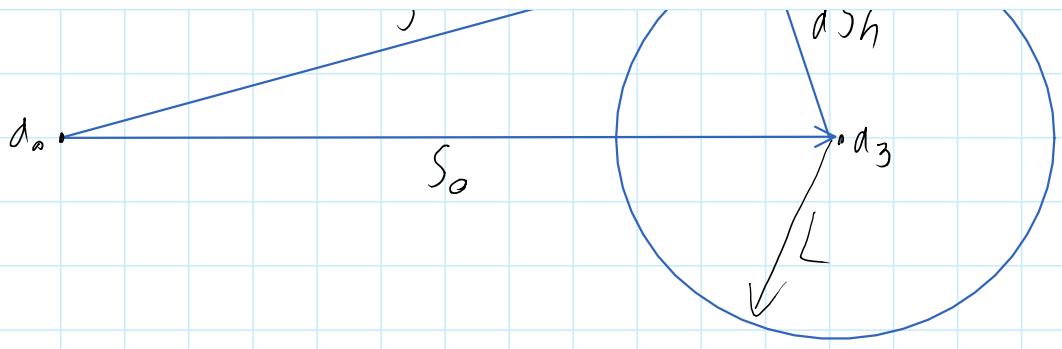
$$d^2 = \frac{Ed}{E_h - E_{Sh}} = \frac{Ed}{E_h(1 - K_{\varphi}^2)}$$

$$d^2 = \frac{Ed}{D_h(N-n)}$$

$$dS(j) = S(j) - S_0(j) = \sum_{k=1}^n (C_k - C_{0k}) \Psi_k(j)$$

$$dS(j) = S(j) - S_0(j) = dS_h(j)$$





$$L = a \sqrt{E_{Sh}} = \sqrt{\frac{Ed \cdot h}{N-h}} = K_{qa} \sqrt{\frac{Ed}{1-K_{qa}^2}}$$

$$\sum_{k=1}^n dC_k \varphi_k(y) =$$

$$dC_k = dC_{hk} \quad \leftarrow \quad = d \sum_{k=1..h}^n C_{hk} \varphi_k(y)$$

$$D[C_{hk}] = M[C_{hk}^2] = M \left[ \sum_{r=1}^n Q_{rk} V_{hr} * \sum_{i=1}^n Q_{ik} V_{hi} \right] =$$

$$= \sum_{r=1}^n Q_{rk} \sum_{i=1}^n Q_{ik} M[V_{hr} V_{hi}] = D_h \sum_{k=1}^n Q_{rk} \sum_{i=1}^n Q_{ik} V_{ri}$$

$$\sum_{i=1}^n Q_{ik} V_{ri} = \begin{cases} 1, & r=k \\ 0, & r \neq k \end{cases}$$

(I)

$$D[C_{hk}] = D_h Q_{kk} \Rightarrow D(dC_k) = a^2 D_h Q_{kk} .$$

$$f(j) = s_o(j) + ah(j) ; \quad S_o(j) = \sum_{k=1}^n C_{ok} \varphi_k(j, q_{oi})$$

$$i = 1..m \quad j = 1..N$$

$$\varphi_1(j, q_i), \varphi_2(j, q_i), \dots, \varphi_n(j, q_i), \quad i = 1..m$$

$$C_K = C_K(q_1, \dots, q_m) \quad E_d = E_d(q_1, \dots, q_m)$$

$$C_K^{opt} = C_K^{opt}(q_1^{anm}, \dots, q_m^{anm}) \quad E_d^{anm} = \dots$$

$$q_i^{anm} \quad i = 1, \dots, m \quad C_K^{anm} \quad k = 1..n$$