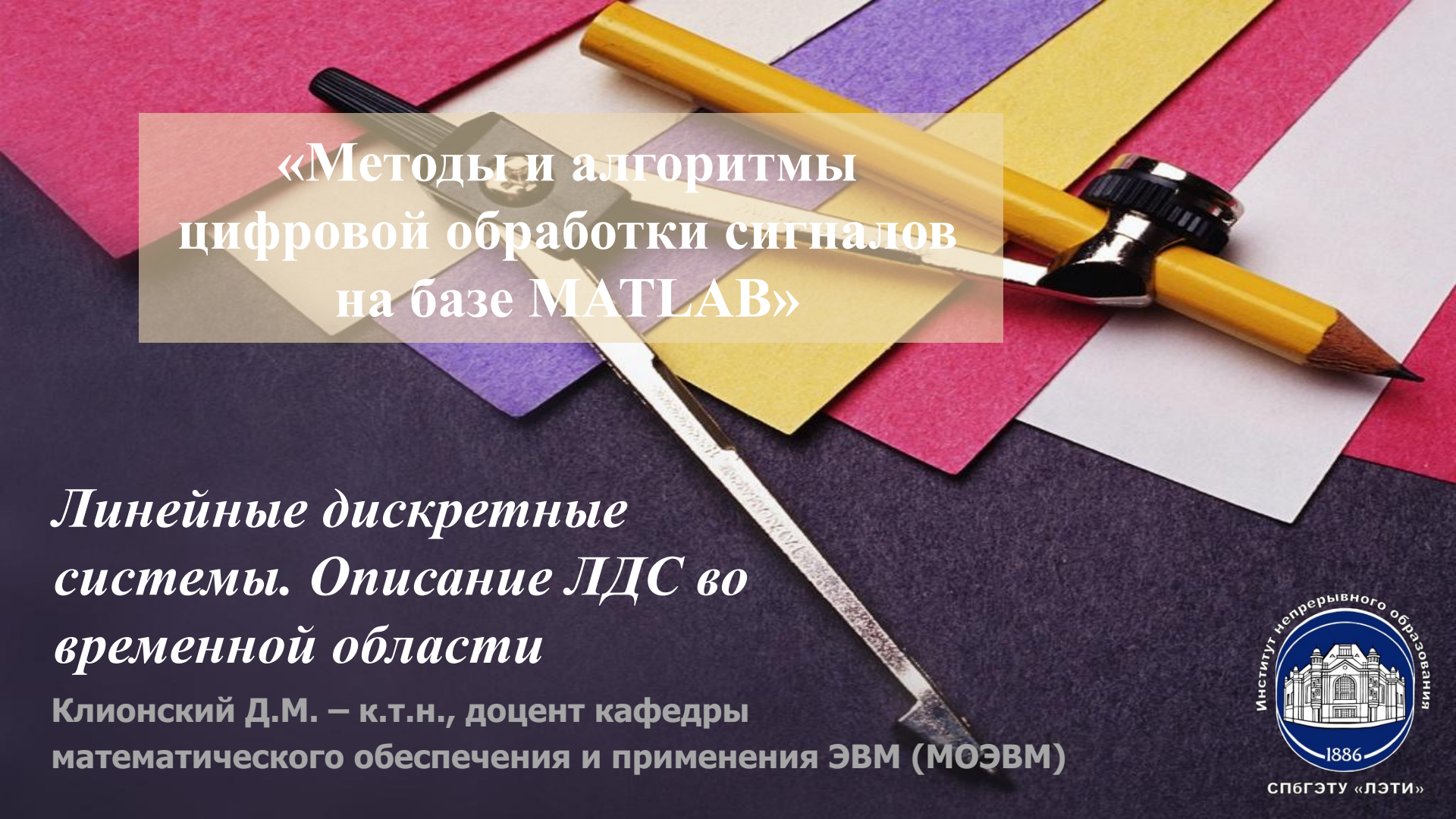


«Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов на базе MATLAB»

Линейные дискретные системы. Описание ЛДС во временной области

Клионский Д.М. – к.т.н., доцент кафедры математического обеспечения и применения ЭВМ (МОЭВМ)

Институт непрерывного образования
1886
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

ИМПУЛЬСНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА. СООТНОШЕНИЕ ВХОД/ВЫХОД

1) Во временной области можно выделить **основную характеристику ЛДС – импульсная характеристика (ИХ)**;

2) Импульсной характеристикой ***h(n)*** ЛДС называют ее реакцию на **цифровой единичный импульс** ***u0(n)*** при ННУ (нулевых начальных условиях);

3) Соотношение вход/выход ЛДС однозначно связанное с его основной характеристикой во временной области — **ИХ**, имеет вид **линейного математического преобразования в виде формулы свертки (линейной свертки)**

$$y(nT) = \sum_{m=0}^{\infty} h[(n-m)T]\,x(mT) = \sum_{m=0}^{\infty} h(mT)\,x[(n-m)T]$$

$$y(n) = \sum_{m=0}^{\infty} h(n-m)\,x(m) = \sum_{m=0}^{\infty} h(m)\,x(n-m)$$

РАЗНОСТНОЕ УРАВНЕНИЕ (1)

Соотношение вход/выход ЛДС, однозначно связанное с его основной характеристикой в z-области — передаточной функцией, имеет вид линейного математического преобразования в виде разностного уравнения (РУ).

$$y(n) = \sum_{i=0}^{N-1} b_i x(n-i) - \sum_{k=1}^{M-1} a_k y(n-k)$$

b_i, a_k – вещественные константы (параметры ЛДС)

i, k – задержки воздействия и реакции

$(N-1)$, $(M-1)$ – константы (максимальные задержки)

$x(n)$ – воздействие (входной сигнал)

$y(n)$ – реакция (выходной сигнал)

РАЗНОСТНОЕ УРАВНЕНИЕ (2). ТИПЫ ЛДС

1) Нерекурсивная часть:

$$\sum_{i=0}^{N-1} b_i x(n-i)$$

2) Рекурсивная часть:

$$\sum_{k=1}^{M-1} a_k y(n-k)$$

3) Вычисление реакции по формуле свертки или разностному уравнению осуществляется методом прямой подстановки при ННУ.

Типы линейных дискретных систем (ЛДС)

1) Рекурсивные ЛДС;

2) Нерекурсивные ЛДС.

ТИПЫ ЛДС

1) **Рекурсивные ЛДС –** реакция зависит от **текущего** и **предшествующих** отсчетов воздействия и **предшествующих** отсчетов реакции

$$a_k \neq 0 \quad \text{хотя бы для одного значения} \quad k$$

2) **Нерекурсивные ЛДС –** реакция которой зависит только от **текущего** и **предшествующих** отсчетов воздействия и не зависит от предшествующих отсчетов реакции

$$a_k = 0 \quad \text{для всех} \quad k$$

Рекурсивные и нерекурсивные ЛДС имеют соответственно **бесконечную и конечную ИХ.**

ТИПЫ ЛДС. ВЫЧИСЛЕНИЯ В MATLAB (1)

1) **БИХ-ЛДС** – ЛДС (рекурсивная) с бесконечной импульсной характеристикой (IIR);
2) **КИХ-ЛДС** – ЛДС (нерекурсивная) с конечной импульсной характеристикой (FIR).

Импульсная характеристика КИХ-ЛДС

Совпадает с коэффициентами b_i

$$h(n) = b_i, \quad n = i$$

Вычисление реакции по формуле свертки в MATLAB

Функция ***y* = conv (*h*,*x*)**;

h – импульсная характеристика (вектор отсчетов ИХ длины N_1); ***x*** – воздействие (вектор отсчетов воздействия длины N_2); ***y*** – вектор отсчетов реакции длины $N_1 + N_2 - 1$.

ВЫЧИСЛЕНИЯ В MATLAB (2)

Вычисление реакции по разностному уравнению в MATLAB

Функция ***y*** = **filter (*b,a,x*)**;

b,a – векторы коэффициентов нерекурсивной и рекурсивной частей;

x – воздействие (вектор отсчетов воздействия); ***y*** – вектор отсчетов реакции (с длиной, равной длине воздействия).

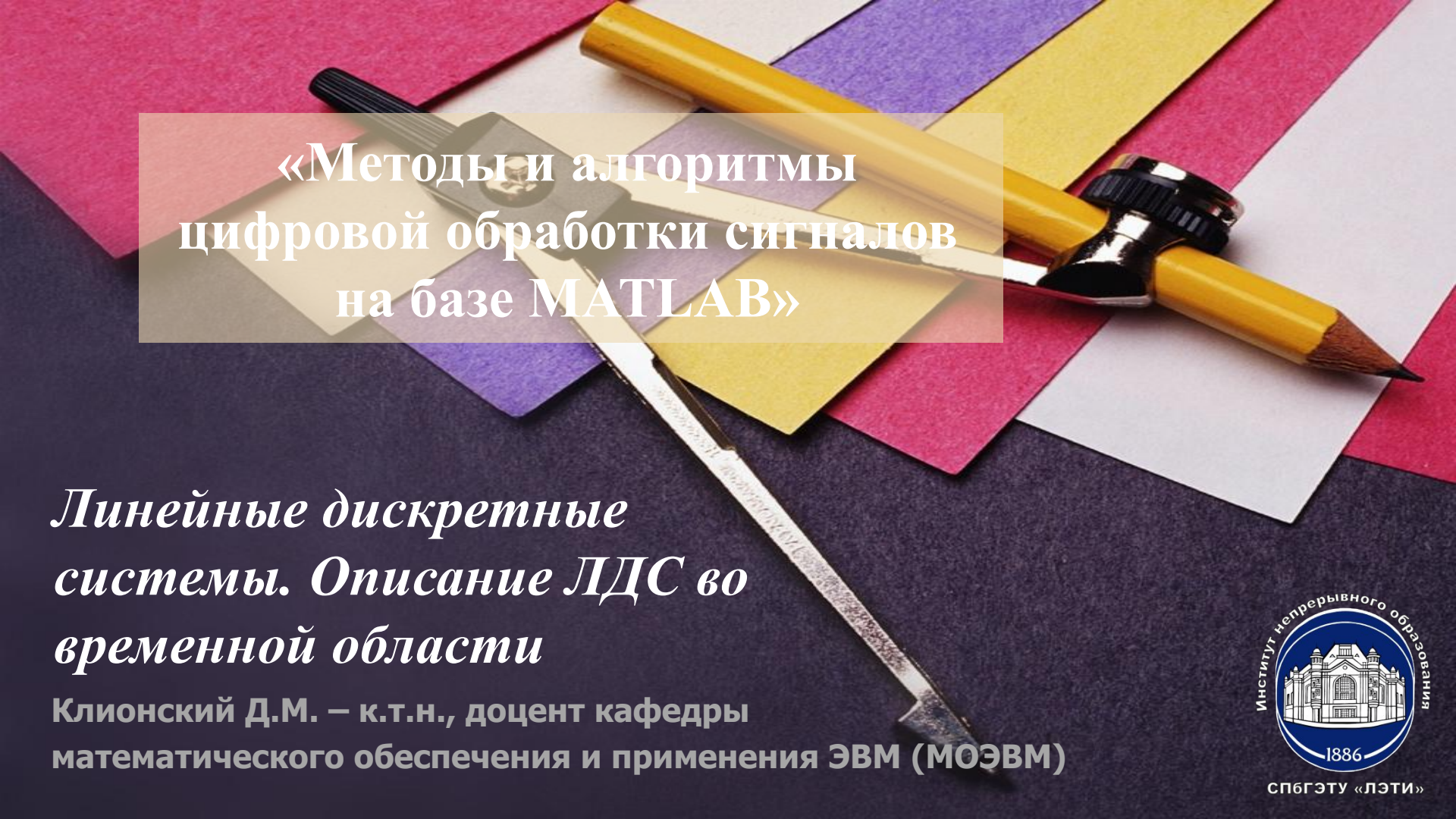
Вычисление импульсной характеристики в MATLAB

Функция ***h*** = **impz (*b,a,N*)**;

b,a – векторы коэффициентов нерекурсивной и рекурсивной частей;

N – длина (количество отсчетов) ИХ; ***h*** – импульсная характеристика.

Импульсная характеристика может быть также вычислена с помощью функции **filter (воздействие – цифровой единичный импульс)**.



«Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов на базе MATLAB»

Линейные дискретные системы. Описание ЛДС во временной области

Клионский Д.М. – к.т.н., доцент кафедры математического обеспечения и применения ЭВМ (МОЭВМ)

Институт непрерывного образования
1886
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»