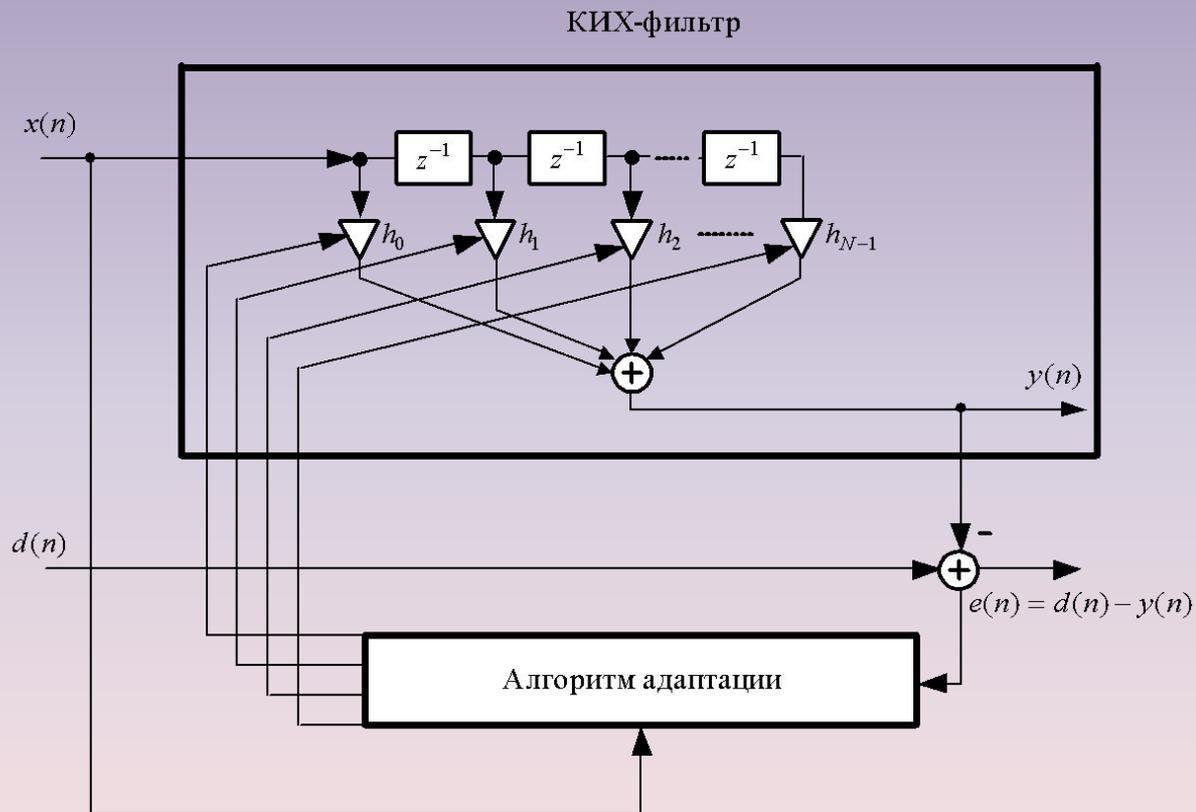


«Методы и алгоритмы
цифровой обработки сигналов
на базе MATLAB»

*Адаптивные фильтры.
Практическое
применение (1)*

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

СТРУКТУРНАЯ СХЕМА ЛИНЕЙНОГО ДФ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ



ПРИМЕНЕНИЕ АДАПТИВНЫХ ФИЛЬТРОВ

- 1) **оценивание импульсной характеристики** неизвестной системы (КИХ-системы и БИХ-системы);
- 2) **очистка сигнала** от шума (шумоподавление);
- 3) **выравнивание частотной характеристики** неизвестной системы, например, канала связи (компенсация искажений, вносимых неизвестной системой);
- 4) **оценка параметров** линейного предсказания сигнала.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ

Идентификация – процесс, в результате которого обеспечивается совпадение или сходство (по заданному критерию) ее входного и выходного сигналов с входным и выходным сигналами известной системы.

- **прямая идентификация** – совпадение входных сигналов неизвестной и известной систем и сходство (по заданному критерию) их выходных сигналов;
- **обратная идентификация** – совпадение выходного сигнала неизвестной системы с входным сигналом известной системы и сходство (по заданному критерию) входного сигнала неизвестной системы с выходным сигналом известной системы.

Схема прямой идентификации

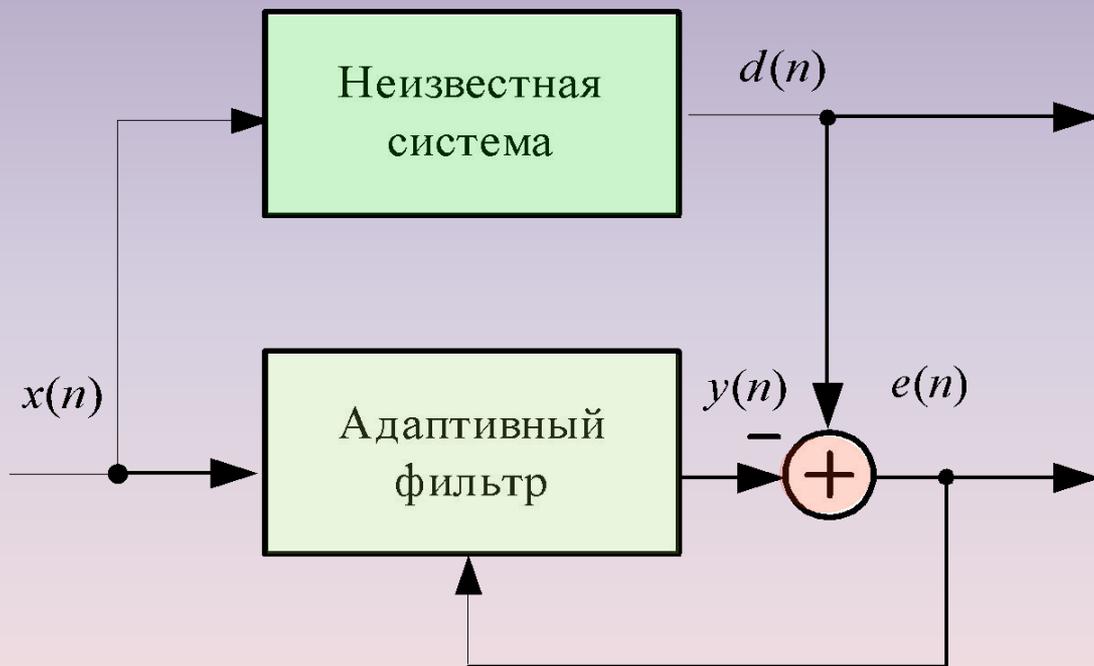
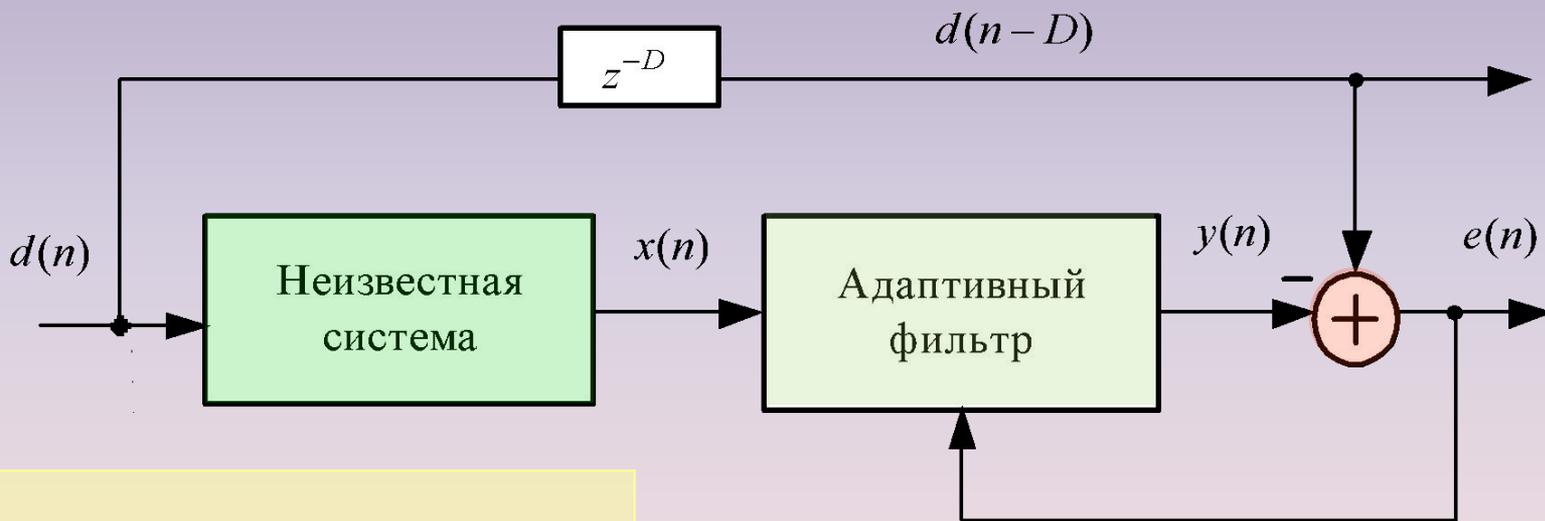


Схема обратной идентификации



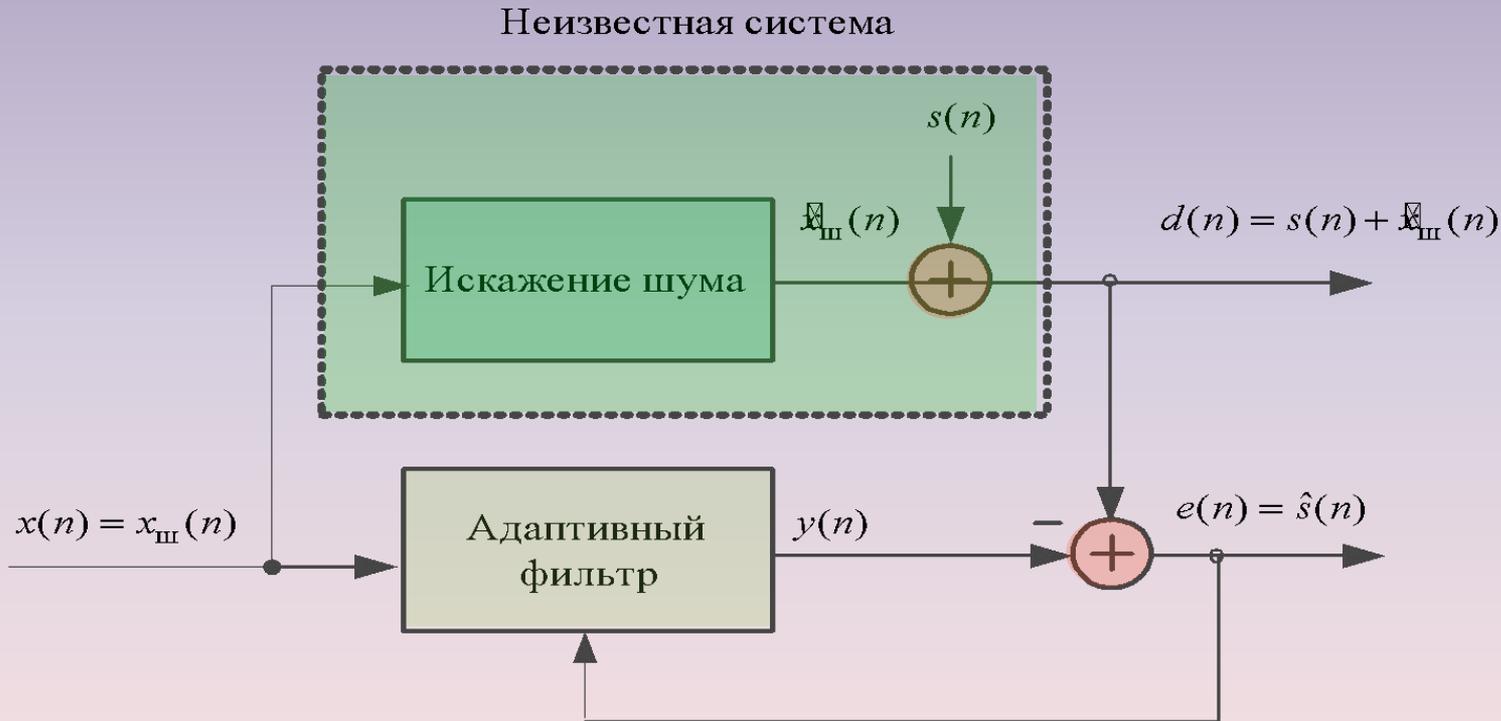
z^{-D} – элемент задержки на D отсчетов,
 $d(n-D)$ – задержанный образцовый сигнал.

АЛГОРИТМ ОЦЕНКИ ИМПУЛЬСНОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ НЕИЗВЕСТНОЙ ЛДС – КИХ-ФИЛЬТРА

1. Моделирование входного сигнала неизвестной системы – входного сигнала АФ $x(n)$, в качестве которого можно выбрать нормальный или равномерный белый шум.
2. Моделирование неизвестной системы – КИХ- или БИХ-фильтра.
3. Вычисление выходного сигнала неизвестной системы – образцового сигнала АФ $d(n)$ с помощью функции filter.
4. Вычисление истинной ИХ неизвестной системы $h(n)$.
5. Моделирование структуры АФ – объекта adaptfilt.
6. Моделирование процесса адаптивной фильтрации – вычисление выходного сигнала АФ $y(n)$ и сигнала ошибки $e(n)$ помощью функции filter.
7. Определение параметров АФ – оценки ИХ неизвестной системы.
N coefficients,
где N – имя объекта adaptfilt.
8. Вывод графика сигнала ошибки АФ $e(n)$.
9. Вывод графиков истинной ИХ $h(n)$ и ее оценки $\hat{h}(n)$ на интервале дискретного нормированного времени $[0, (N-1)]$, где N – длина КИХ-фильтра в составе АФ.
10. Сравнение оценки $\hat{h}(n)$ с истинной ИХ $h(n)$ по критерию среднего абсолютного отклонения их отсчетов на основе нормы $\|x\|_1$.

ОЧИСТКА СИГНАЛА ОТ ШУМА

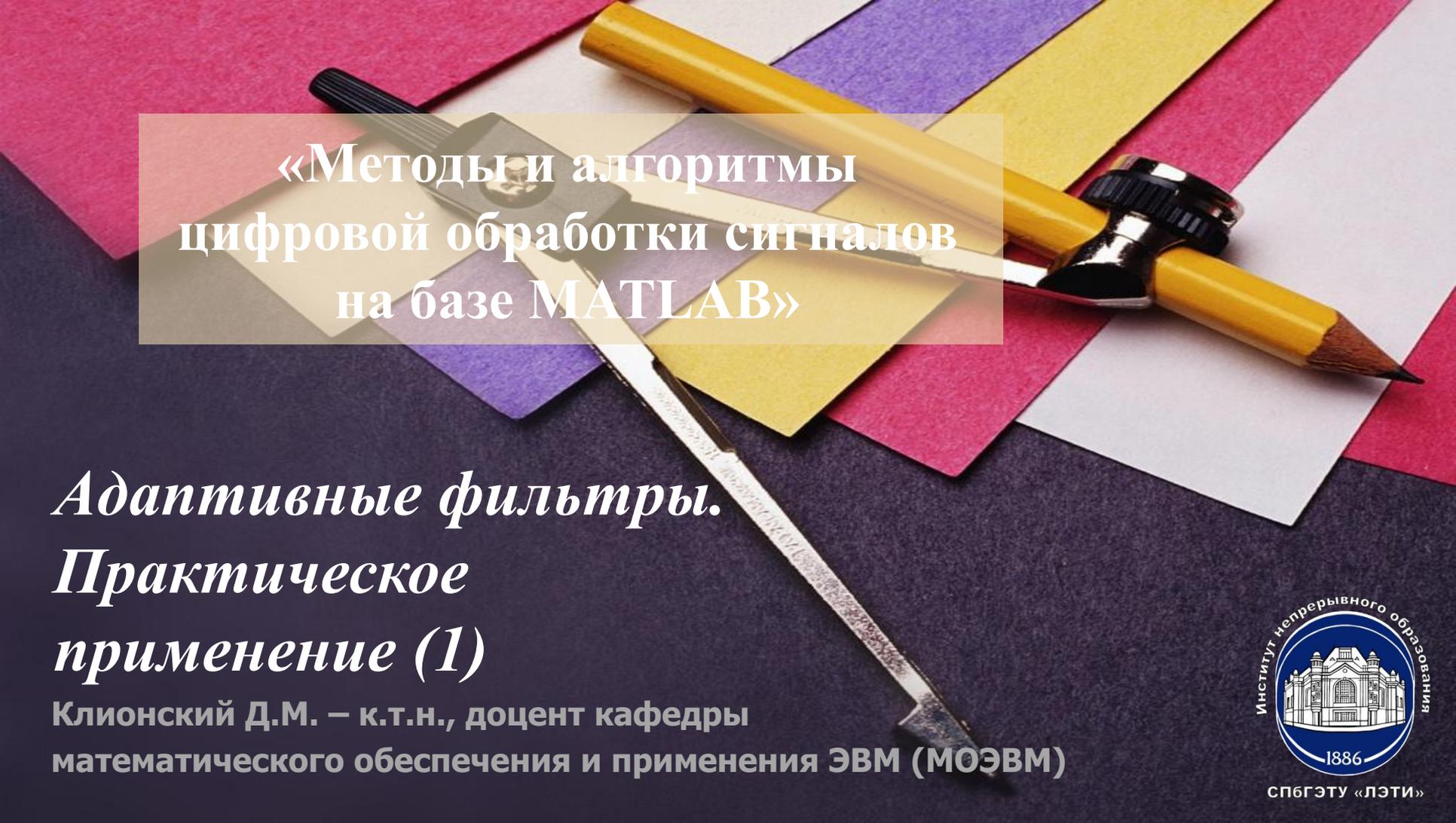
Структурная схема прямой идентификации при очистке от шума



АЛГОРИТМ ОЧИСТКИ СИГНАЛА ОТ ШУМА

1. Моделирование входного сигнала неизвестной системы – входного сигнала АФ в виде шума $x(n) = x_{ш}(n)$, например, нормального или равномерного белого шума.
2. Моделирование неизвестной системы – КИХ- или БИХ фильтра, искажающего шум $x_{ш}(n)$, и вычисление его реакции $\check{x}_{ш}(n)$ с помощью функции filter.
3. Моделирование полезного гармонического сигнала $s(n)$.
4. Моделирование выходного сигнала неизвестной системы – образцового сигнала АФ $d(n)$ в виде аддитивной смеси полезного сигнала $s(n)$ с искаженным шумом $\check{x}_{ш}(n)$.
5. Моделирование структуры АФ – объекта adaptfilt.
6. Моделирование процесса адаптивной фильтрации – вычисление выходного сигнала АФ $y(n)$ и сигнала ошибки $e(n)$ помощью функции filter.
7. Вывод графиков полезного сигнала $s(n)$ и его оценки $e(n) = \hat{s}(n)$.
8. Вывод графиков амплитудного спектра полезного сигнала $s(n)$, его смеси с шумом $d(n)$ и оценки полезного сигнала $e(n) = \hat{s}(n)$ с помощью функции fft.
9. Сравнение оценки полезного сигнала длины с истинным полезным сигналом по критерию среднеквадратической ошибки – RMSE.





«Методы и алгоритмы
цифровой обработки сигналов
на базе MATLAB»

*Адаптивные фильтры.
Практическое
применение (1)*

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