Отчет по лабораторной работе №6

По курсу: «Фильтрация и прогнозирование данных»

Тема: «Создание и тестирование динамической системы в Matlab»

Студент:	Пронин А. С.
Группа:	МСМТ231
Преподаватель:	Зотов Л. В.

Москва

2023

Лабораторная работа 6

Часть 1

Запрограммируем матричную динамическую систему вращения Земли с параметрами $T = 300$ сек, $f_c = 365/433$ сут$^{-1}$, $Q = 100$ и подадим на вход единичный импульс и функцию Хевисайда (рис. 1-2):

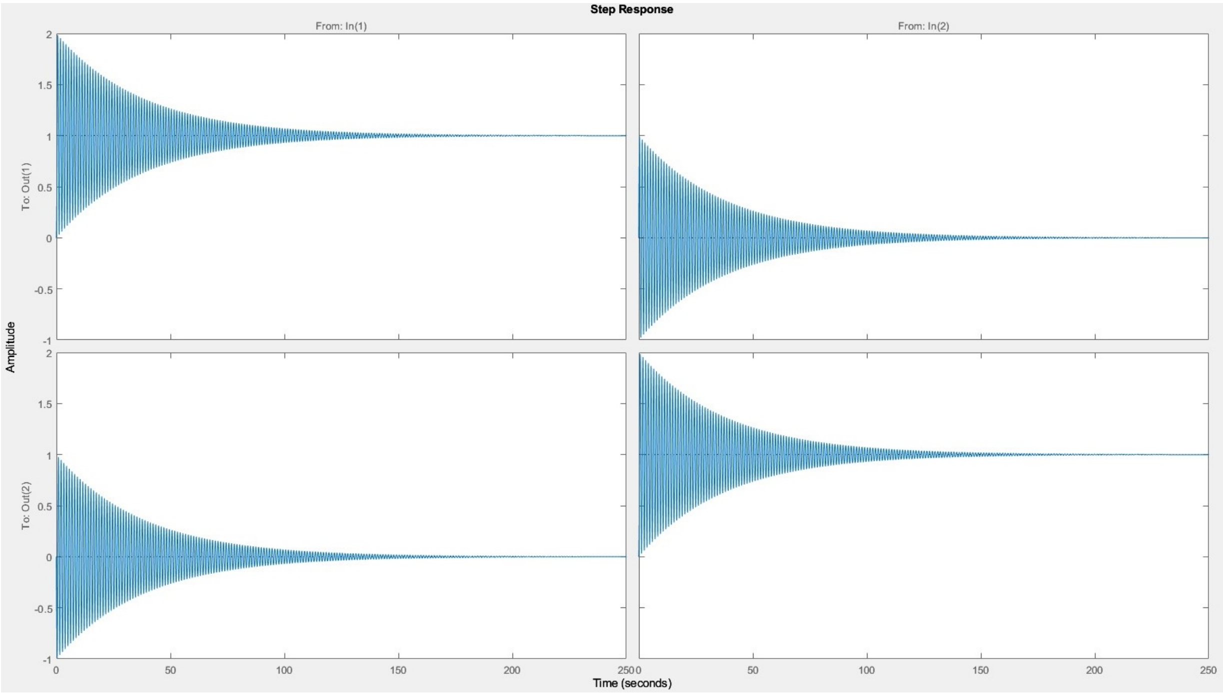

Рис. 1: Отклик на функцию Хевисайда

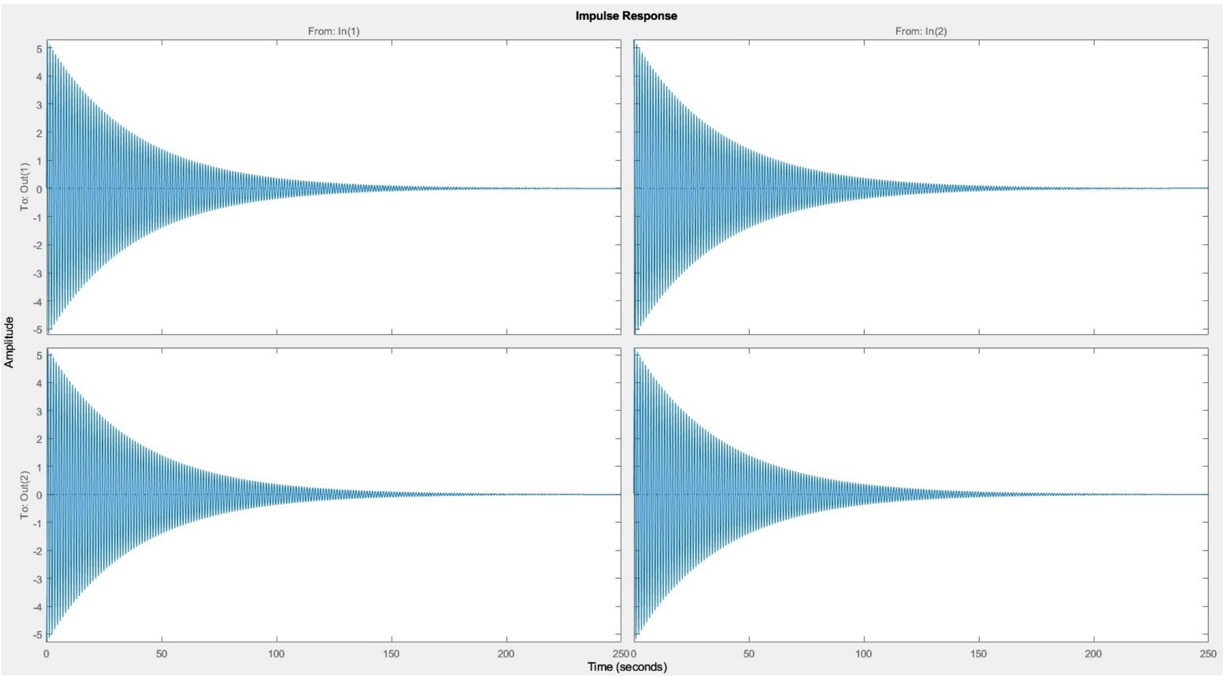

Рис. 2: Отклик на единичный импульс

Часть 2

Затем проверим нуль-пространство матриц G систем из первой части, их детерминант, характеристическое уравнение, его корни.

Результатом null(G) является пустая матрица. Детерминант равен 28.0560. Характеристическое уравнение имеет коэффициенты 1.0000, 0.0530 и 28.0560, а корни характеристического полинома p равны -0.0265 + 5.2967i и -0.0265 - 5.2967i.

Теперь вычислим переходную матрицу системы используя символьную переменную syms t:

Элемент матрицы (0 0):

$$\frac{\exp(\pi t(-843/100000-843i/500))}{2}+\frac{\exp(\pi t(-843/100000+843i/500))}{2}$$

Элемент матрицы (0 1):

$$-\frac{\exp(\pi t(-843/100000-843i/500))\cdot 1i}{2}+\frac{\exp(\pi t(-843/100000+843i/500))\cdot 1i}{2}$$

Элемент матрицы (1 0):

$$\frac{\exp(\pi t(-843/100000-843i/500))\cdot 1i}{2}-\frac{\exp(\pi t(-843/100000+843i/500))\cdot 1i}{2}$$

Элемент матрицы (1 1):

$$\frac{\exp(\pi t(-843/100000-843i/500))}{2}+\frac{\exp(\pi t(-843/100000+843i/500))}{2}$$

Вся матрица:

$$\begin{bmatrix} \frac{\exp(\pi t(-843/100000-843i/500))}{2}+ & -\frac{\exp(\pi t(-843/100000-843i/500))\cdot 1i}{2}+ \\ +\frac{\exp(\pi t(-843/100000+843i/500))}{2} & +\frac{\exp(\pi t(-843/100000+843i/500))\cdot 1i}{2} \\ \frac{\exp(\pi t(-843/100000-843i/500))\cdot 1i}{2}- & \frac{\exp(\pi t(-843/100000-843i/500))}{2}+ \\ -\frac{\exp(\pi t(-843/100000+843i/500))\cdot 1i}{2} & +\frac{\exp(\pi t(-843/100000+843i/500))}{2} \end{bmatrix}$$

Матричная экспонента используется для анализа и решения линейных систем с постоянными коэффициентами. Она может быть использована для предсказания поведения системы.

Часть 3

Для начала выведем наш сигнал из ЛР1 (рис. 3):

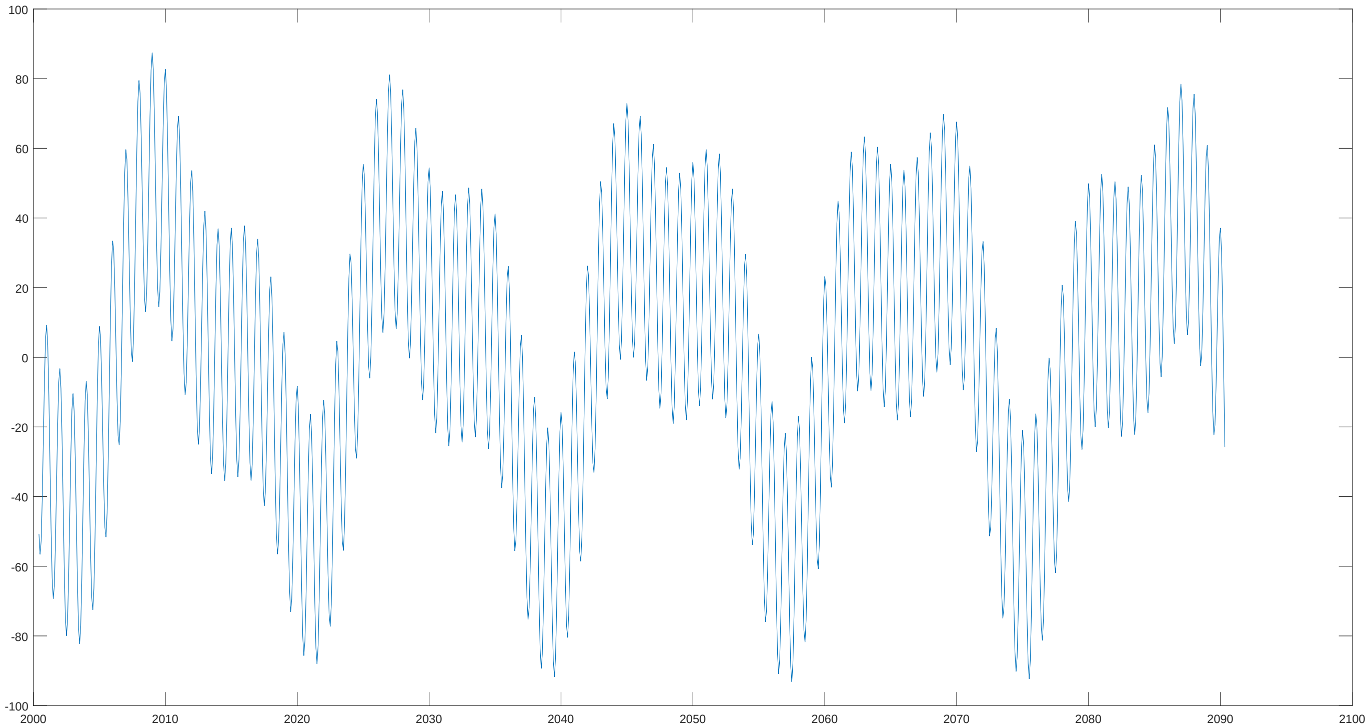

Рис. 3: Сигнал из ЛР1

В текущем сигнале шаг равен месяцу. Проинтерполируем с помощью функции interp1, сгустив точки с семплингом 6 часов. Возьмем его в смеси с шумом примерно равной с ним амплитуды (рис. 4-5):

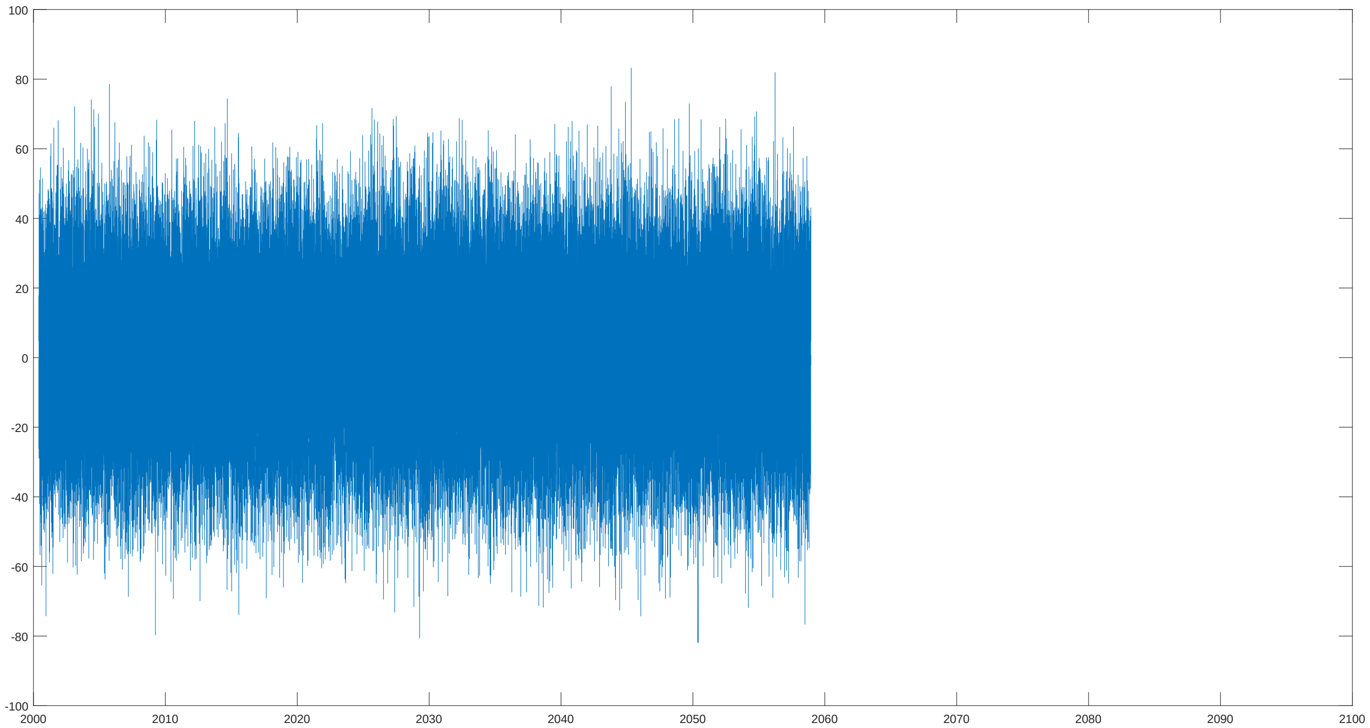

Рис. 4: Шум

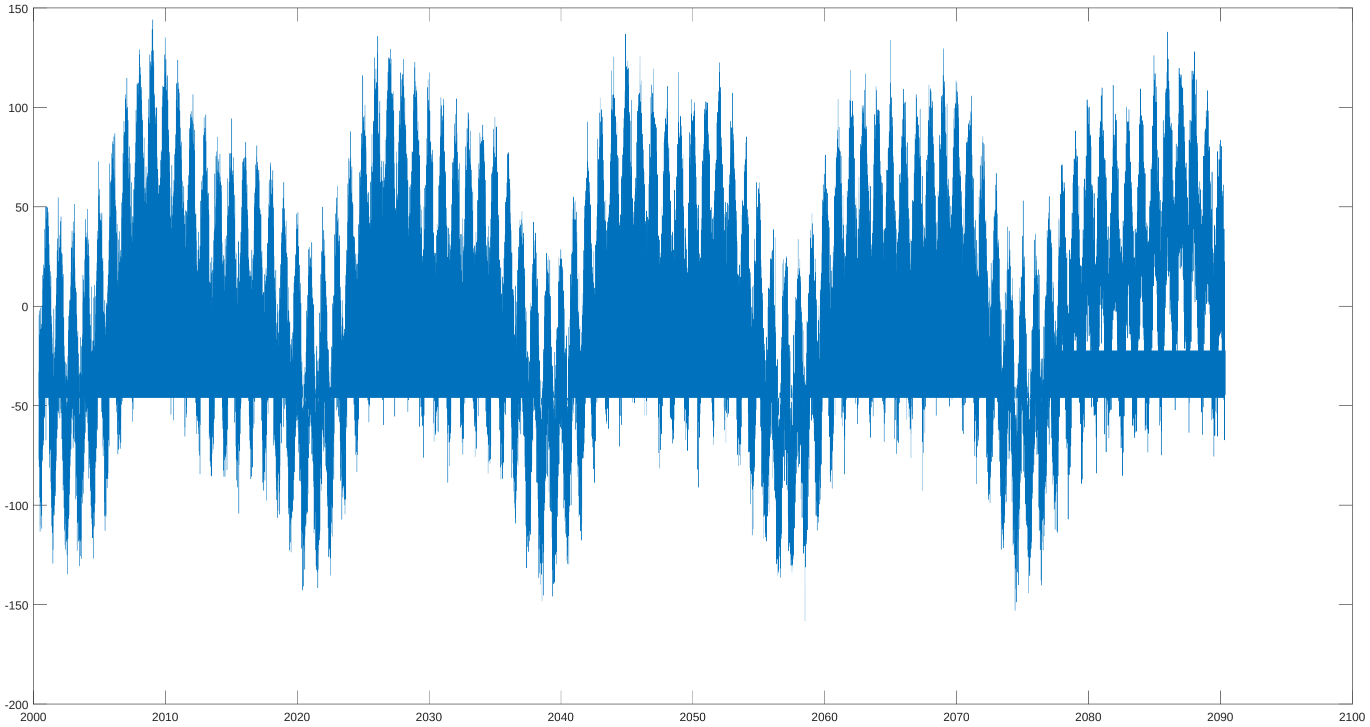

Рис. 5: Сигнал с шумом

Построим СПМ (рис. 6):

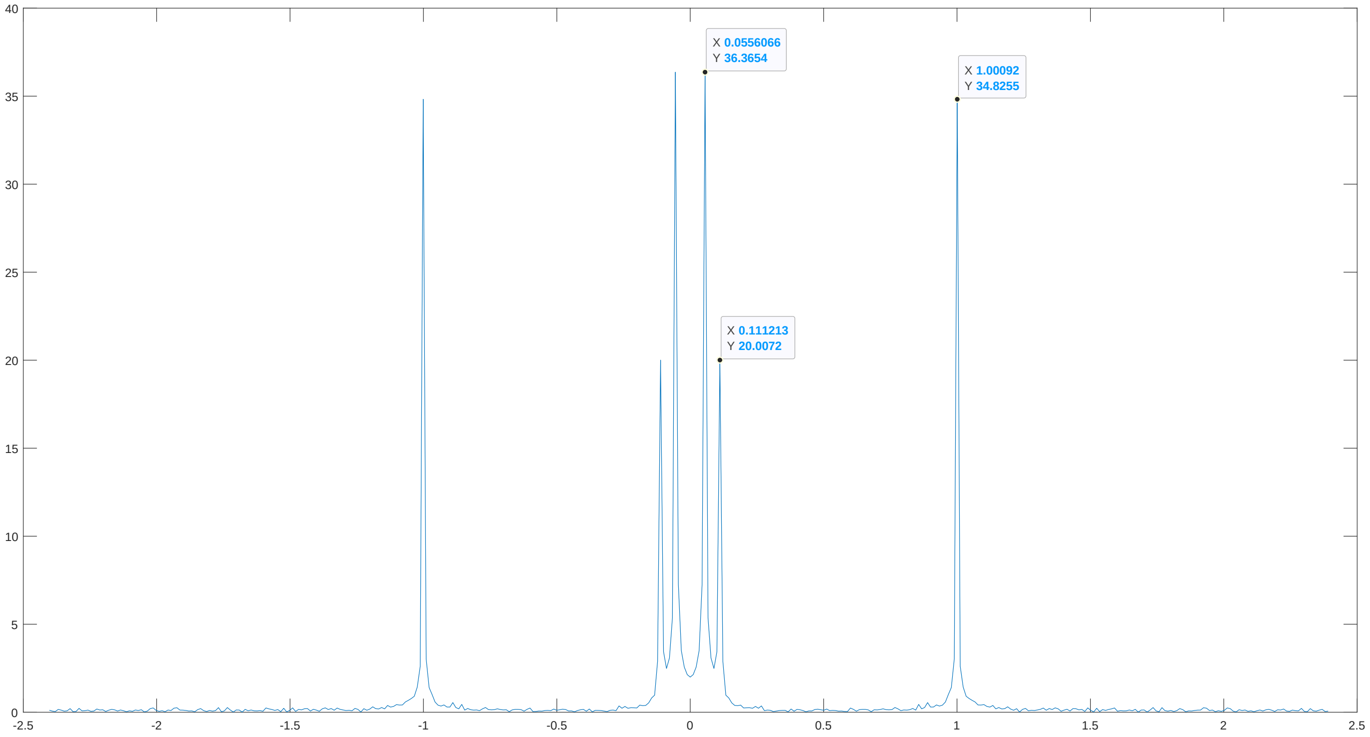

Рис. 6: СПМ

По пиковым значениям можно проверить линейные частоты изначальных гармоник:

1 цикл в год, $\frac{1}{1} = 1$, что соответствует гармонике с периодом 1 год

0.(1) цикл в год, $\frac{1}{0.111111} \approx 9$, что соответствует гармонике с периодом 8.86 год

0.0(5) цикл в год, $\frac{1}{0.055556} \approx 18$, что соответствует гармонике с периодом 18.6 год

А также амплитуды: $\sim 20, 36$ и 38

Протестируем динамическую систему, запустив функцию lsim подав на оба канала signal+noise, считая начальным состоянием (0,0) и шагом 6 часов, но только для первых 30K точек, ~ 21 год (рис. 7):

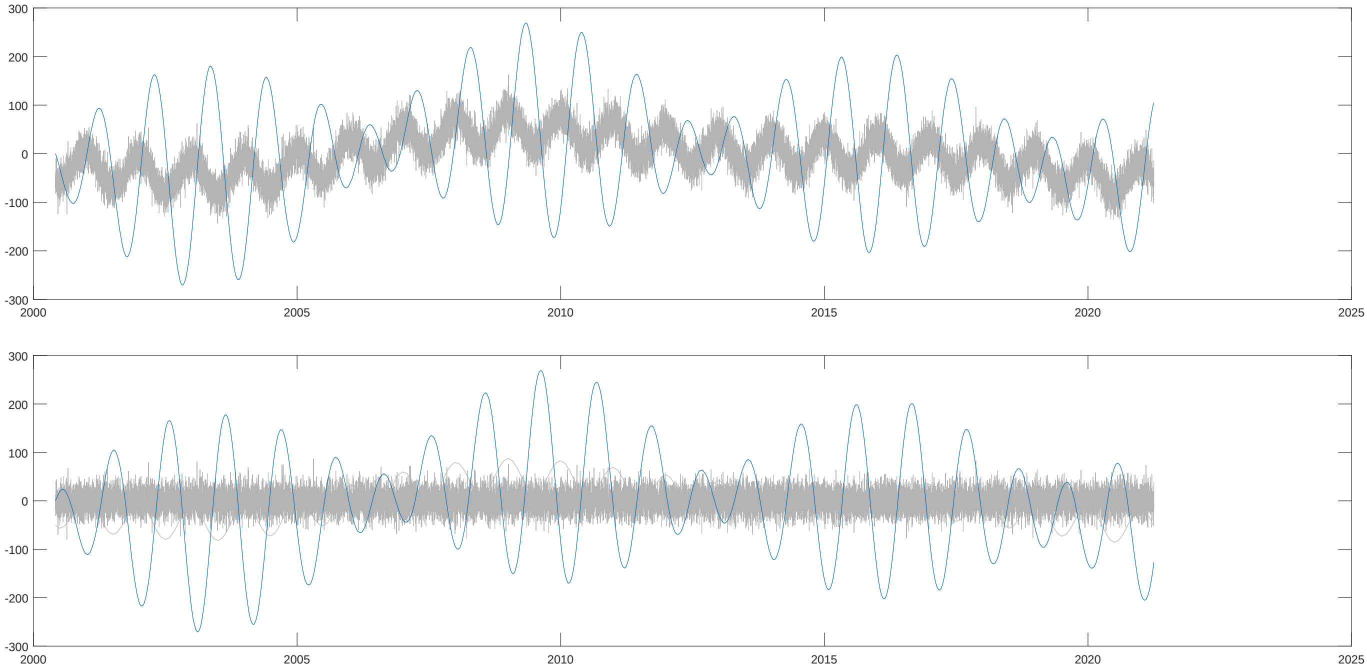

Рис. 7: Результат lsim

На первом графике рисунка 7 серым изображен сигнал с шумом, а на втором они же по отдельности. Синим нарисован отклик системы на входной сигнал. Как видно, он более сглаженный, чем исходный сигнал, а также не содержит высокочастотных компонентов и не подвержен влиянию шумов.

Кроме этого наблюдается задержка отклика. Для высокочастотных сигналов она более заметная, поскольку система может не успевать адекватно реагировать на быстрые изменения в сигнале. Низкочастотные сигналы, напротив, могут быть лучше учтены системой, и задержка будет менее критичной.