

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Национальный ядерный исследовательский университет «МИФИ»
(НИЯУ МИФИ)
Институт Интеллектуальных Кибернетических Систем
Кафедра Кибернетики

Лабораторная работа №3
По теме «Оценивание параметров нелинейного стационарного объекта
методом наименьших квадратов»
По курсу «Статистические методы обработки информации»

Работу выполнил студент группы Б17-511:

Долгих А.А.

Проверил:

Рамазанов Р.Н.

Москва 2020 г

Цель работы

Оценка параметров нелинейного объекта с помощью метода наименьших квадратов, примененного к линеаризованному объекту

Исходные данные

Уравнение объекта:

$$y = F(t, A, B, C, D, E) = Ae^{Bt} \cos(Ct + D) + E + \eta$$

Уравнение модели:

$$\tilde{y} = \tilde{A}e^{\tilde{B}t} \cos(\tilde{C}t + \tilde{D}) + \tilde{E}$$

Объект нелинеен по параметрам A, B, C, D, E . Данные параметры подлежат оцениванию, t – единственная предикторная переменная, η – случайная ошибка, удовлетворяющая обычным предположениям: $E(\eta) = 0, D(\eta) = \sigma^2$

Поиск оценок параметров будет производиться методом наименьших квадратов, примененного к линеаризованному объекту

Частные производные:

$$\frac{\partial F}{\partial A} = e^{Bt} \cos(Ct + D)$$

$$\frac{\partial F}{\partial B} = Ate^{Bt} \cos(Ct + D)$$

$$\frac{\partial F}{\partial C} = -Ate^{Bt} \sin(Ct + D)$$

$$\frac{\partial F}{\partial D} = -Ae^{Bt} \sin(Ct + D)$$

$$\frac{\partial F}{\partial E} = 1$$

Ход работы

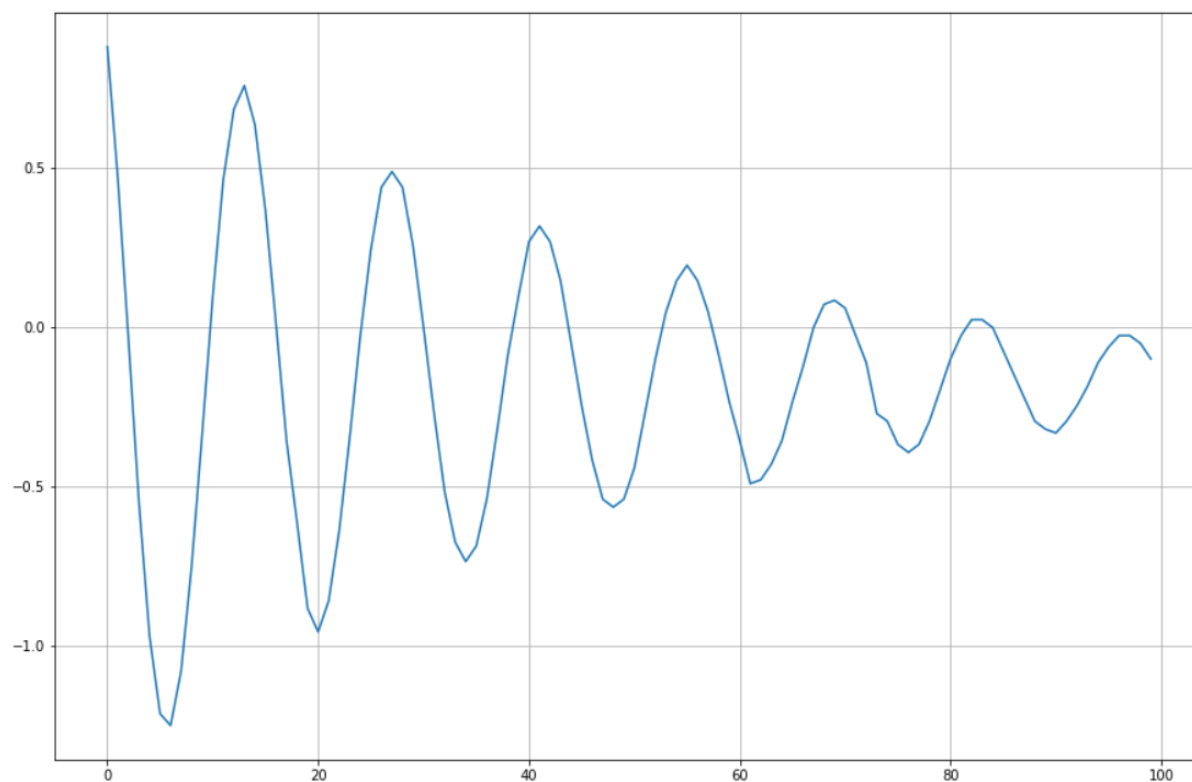


Рис.1 График зависимости выхода объекта от времени

Начальные приближения: $A_0 = 1.5$; $B_0 = -0.053$; $C_0 = 0.449$; $D_0 = 0.314$; $E_0 = -0.2$;

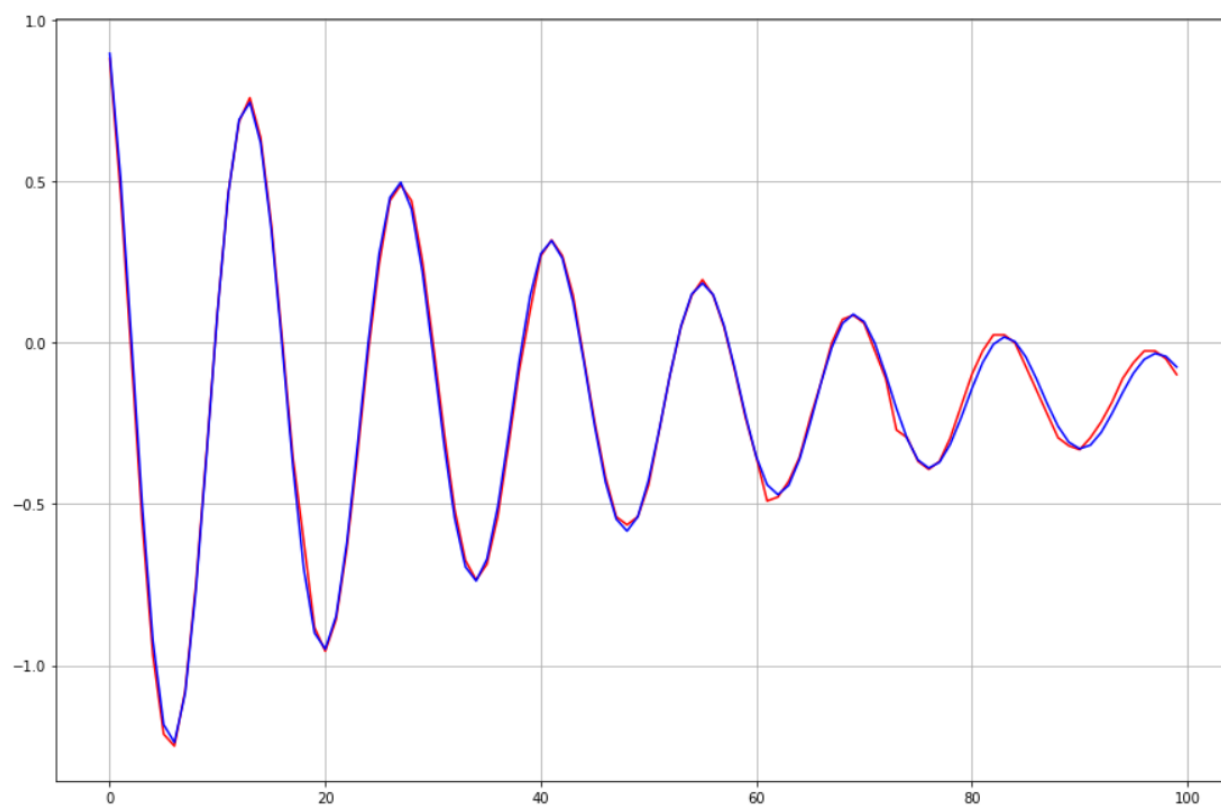


Рис.2 – Сравнительный график выхода объекта и модели в зависимости от времени

Выход объекта – красный, выход модели – синий

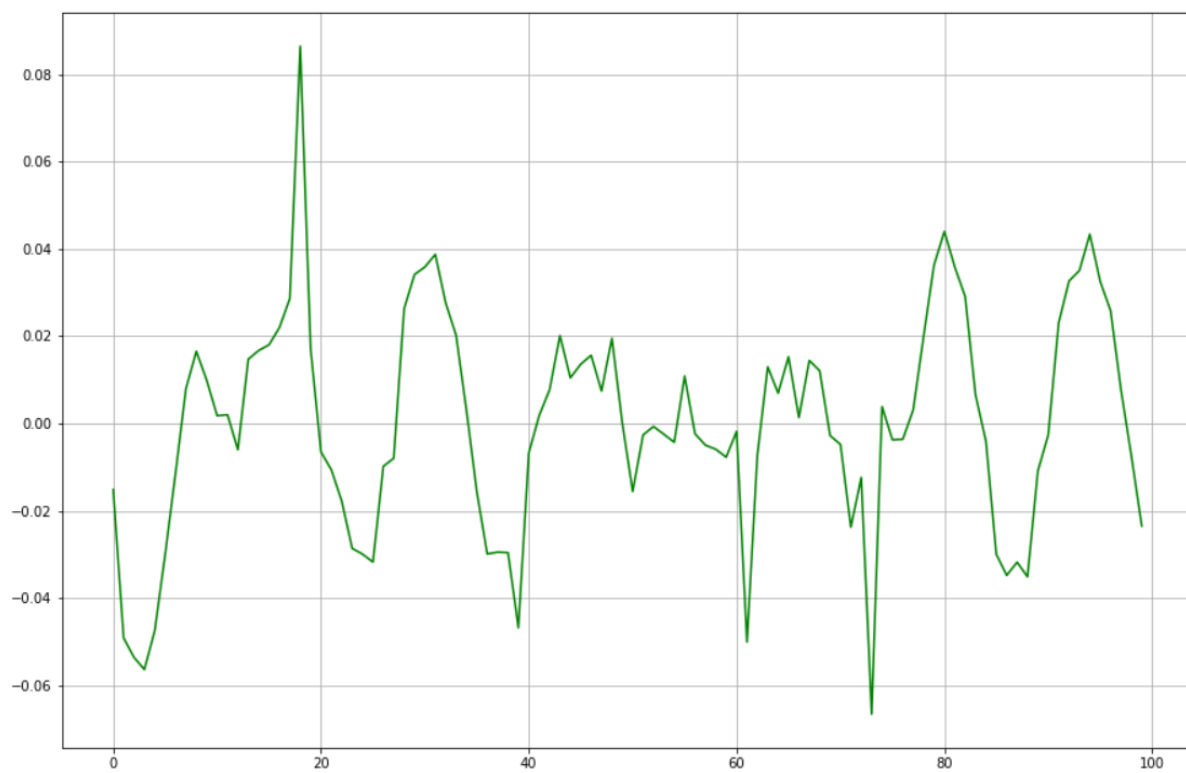


Рис.3 – График остатков

Параметры модели:

$$\tilde{A} = 1.227; \tilde{B} = -0.022; \tilde{C} = 0.446; \tilde{D} = 0.518; \tilde{E} = -0.168;$$

Заключение

В данной лабораторной работе была произведена оценка параметров нелинейного объекта с помощью метода наименьших квадратов, примененного к линеаризованному объекту. В ходе выполнения лабораторной работы была произведена линеаризация модели нелинейного объекта, после чего с помощью метода наименьших квадратов были получены оценки параметров модели.

Начальные приближения: $A_0 = 1.5$; $B_0 = -0.053$; $C_0 = 0.449$; $D_0 = 0.314$; $E_0 = -0.2$;

Рассчитанные параметры модели:

$$\tilde{A} = 1.227; \tilde{B} = -0.022; \tilde{C} = 0.446; \tilde{D} = 0.518; \tilde{E} = -0.168;$$

При данных начальных значениях метод сошелся за 5 итераций

Были получены следующие выводы:

-Метод чувствителен к начальным приближениям

-Модель с рассчитанными параметрами достаточно точно отражает характеристики реального объекта