

Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого
Институт компьютерных наук и технологий
Кафедра компьютерных систем и программных технологий

**Лабораторная работа №4 (Моделирование системы
диагностирования, построенной с использованием фильтра
Калмана)**

Дисциплина: Идентификация и диагностика СУ

Вариант №12

Выполнил студент гр. 13541/1

(подпись)

Смирнов М.И.

Руководитель

(подпись)

Сабонис С.С.

“ _ ” _____ 2017 г.

Санкт – Петербург
2017

Содержание

Задание	3
Решение.....	5
1. Осуществить построение систем диагностирования с использованием фильтра Калмана для объектов, представленных процессами авторегрессии 1 и 2 порядков....	5
2. Провести моделирование системы в режиме нормального функционирования	6
3. Определить следующие типы дефектов:	7
3.1 Процесс авторегрессии первого порядка. Постоянное смещение уровня шумов в канале измерения.....	7
3.2 Процесс авторегрессии первого порядка. Увеличение дисперсии шумов в канале измерения.	9
3.3 Процесс авторегрессии второго порядка. Постоянное смещение уровня шумов в канале измерения.....	10
3.4 Процесс авторегрессии первого порядка. Увеличение дисперсии шумов в канале измерения.	12
Вывод	14

Задание

1. Исследовать обнаружение дефектов в системе, где для оценки переменных состояния объекта диагностирования (ОД) используется фильтр Калмана. В качестве ОД использовать:

- 1) процесс авторегрессии 1 порядка с коэффициентом a_1 .
- 2) процесс авторегрессии 2 порядка с коэффициентами a_1 и a_2 .

Один из коэффициентов авторегрессии – из таблицы вариантов. Второй коэффициент Авторегрессии выбрать произвольно, исходя из условия стационарности случайного процесса.

При проведении моделирования в качестве базовых выбрать следующие параметры в режиме нормального функционирования ОД (без дефекта): математическое ожидание шума в канале возмущения – 0, дисперсия – 1, математическое ожидание шума в канале измерения – 0, дисперсия – 4.

Программа работы:

1. Осуществить построение систем диагностирования с использованием фильтра Калмана для объектов, представленных процессами авторегрессии 1 и 2 порядков.

2. Провести моделирование системы в режиме нормального функционирования,

Рассмотреть процесс авторегрессии 1 порядка. Построить графики обновляющего процесса и нормализованного обновляющего процесса. Определить параметры обновляющего процесса (математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция), построить необходимые графики.

3. Определить следующие типы дефектов:

- 1) Постоянное смещение уровня шумов в канале возмущения, базовое значение: на 2;
- 2) Постоянное смещение уровня шумов в канале измерения, базовое значение: на 4;
- 3) Увеличение дисперсии шумов в канале возмущения, базовое значение: в 4 раза;
- 4) Увеличение дисперсии шумов в канале измерения, базовое значение: в 4 раза;
- 5) Изменение коэффициентов авторегрессии.

Ввести три уровня для каждого дефекта: малый, средний и большой; определить величины дефектов для каждого уровня.

Провести моделирование системы в режиме функционирования с дефектом, рассмотреть процесс авторегрессии 1 порядка. Момент времени возникновения дефекта определить как половину времени наблюдения. Построить графики обновляющего процесса и нормализованного обновляющего процесса. Определить параметры обновляющего

процесса (математическое ожидание, дисперсия, корреляционная функция) для периода времени после возникновения дефекта, построить необходимые графики.

4. Выполнить пункты 2-3 для процесса авторегрессии 2 порядка

5. Сформулировать выводы о проделанной работе, оформить отчет.

Решение

1. Осуществить построение систем диагностирования с использованием фильтра Калмана для объектов, представленных процессами авторегрессии 1 и 2 порядков

Уравнение авторегрессии:

$$x(n) = m_x + \sum_{i=1}^p a_i [x(n-i) - m_x] + \beta z(n)$$

Где $x(n) \in N(m_x, \sigma)$, $z(n) \in N(0,1)$

Процесс авторегрессии первого порядка:

$$x(n) = m_x (1 - a_1) + a_1 x(n-1) + \beta z(n)$$

Процесс авторегрессии второго порядка:

$$x(n) = m_x (1 - a_1 - a_2) + a_1 x(n-1) + a_2 x(n-2) + \beta z(n), \text{ где } m_x - \text{математическое ожидание шума возмущения, } \beta - \text{остаточная дисперсия шума возмущения (}$$
$$\beta = \frac{(1 + a_2)[(1 - a_2)^2 - a^2]}{1 - a_2} \text{)}, z(n) - \text{нормально распределенный случайный процесс.}$$

Введем вектор состояний:

$$X = \begin{bmatrix} X_1(n) \\ X_2(n) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x(n) \\ x(n-1) \end{bmatrix}$$

Система уравнений, описывающая процесс авторегрессии второго порядка в матричной форме:

$$X(n) = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 \\ 1 & 0 \end{bmatrix} X(n-1) + \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} \beta z(n)$$

Рассчитаем коэффициент a_2 :

$$a_1 = 0,25$$

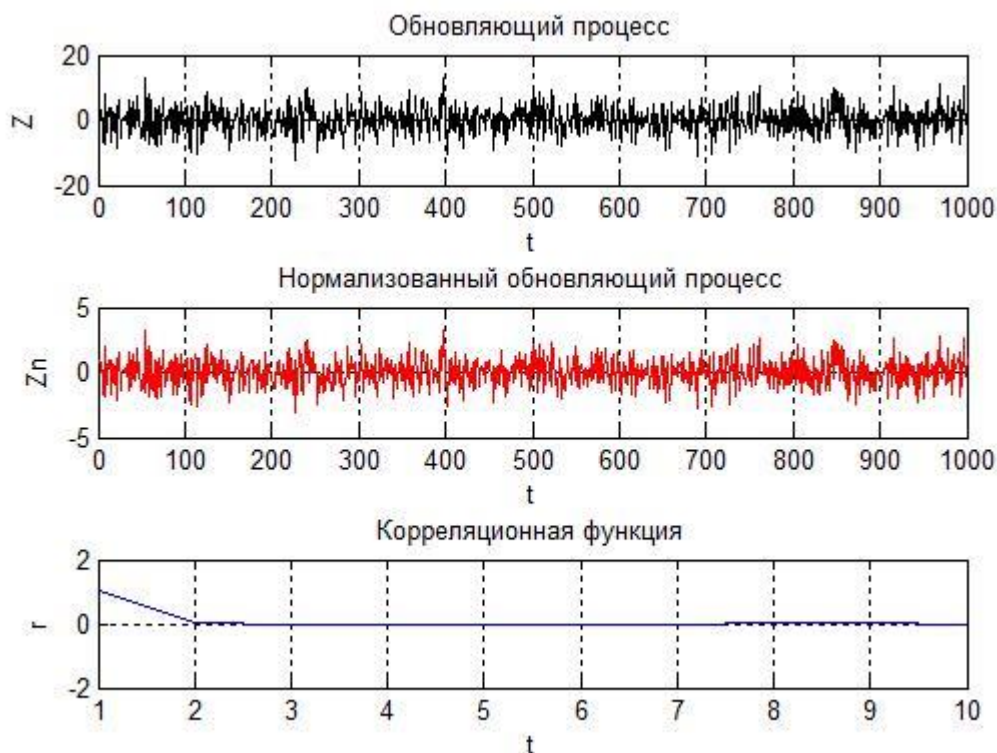
Процесс стационарен, если

$$\begin{cases} a_1 + a_2 < 1 \\ a_2 - a_1 < 1 \end{cases}$$

Пусть $a_2 = 0,5$.

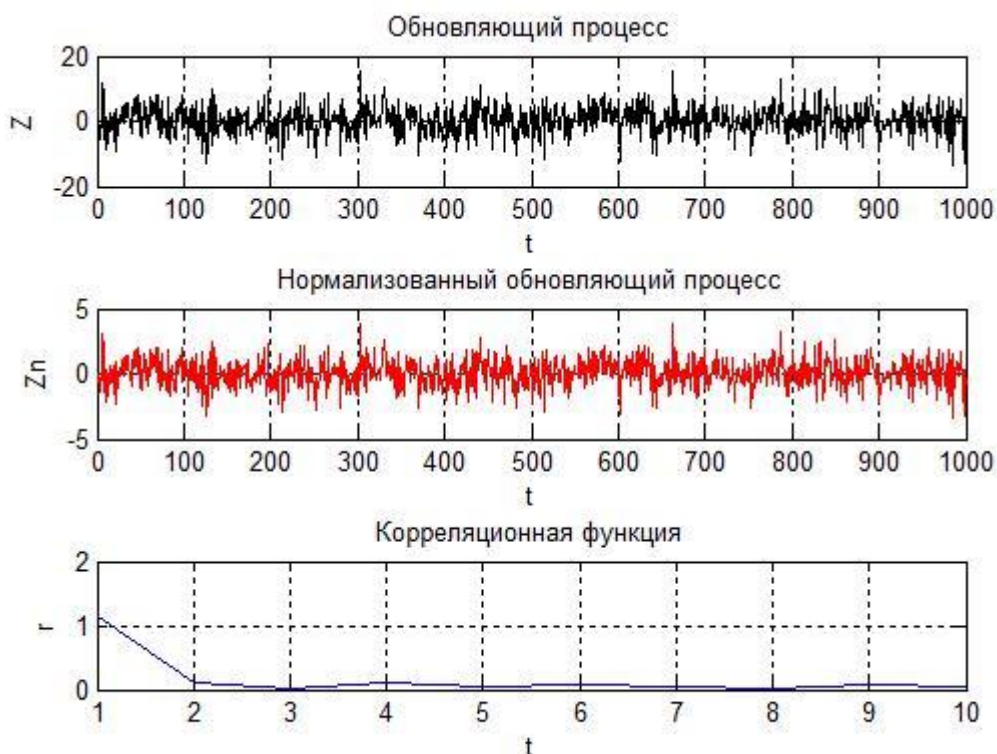
2. Провести моделирование системы в режиме нормального функционирования

Процесс авторегрессии первого порядка:



Параметры обн. процесса: Мат. ожидание 0.0060; дисперсия 1.0636

Процесс авторегрессии второго порядка:



Параметры обн. процесса: Мат. ожидание 0.0570; дисперсия 1.0717

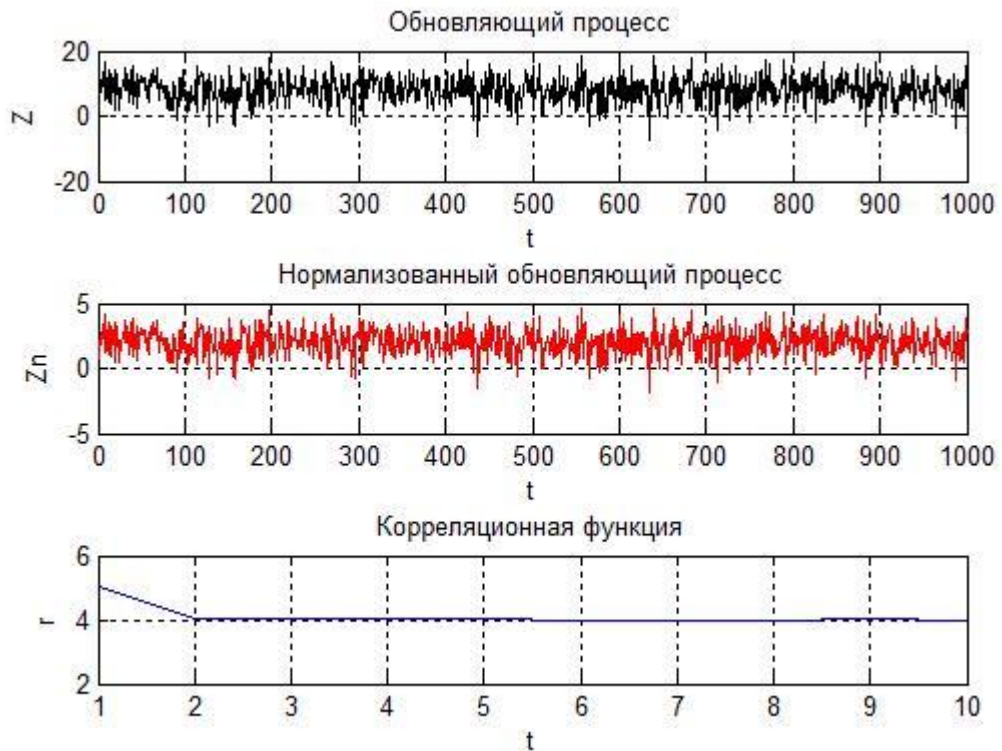
3. Определить следующие типы дефектов:

Постоянное смещение уровня шумов в канале измерения, базовое значение: на 4;

Увеличение дисперсии шумов в канале измерения, базовое значение;

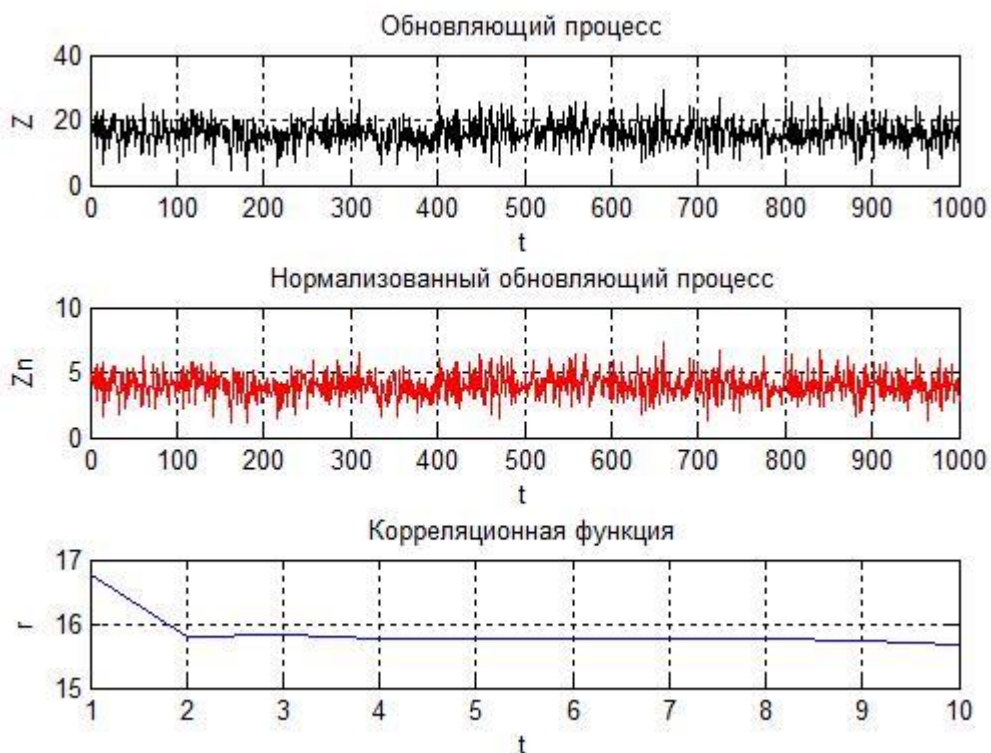
3.1 Процесс авторегрессии первого порядка. Постоянное смещение уровня шумов в канале измерения.

3.1.1 Малый уровень дефекта. Смещение на 2.



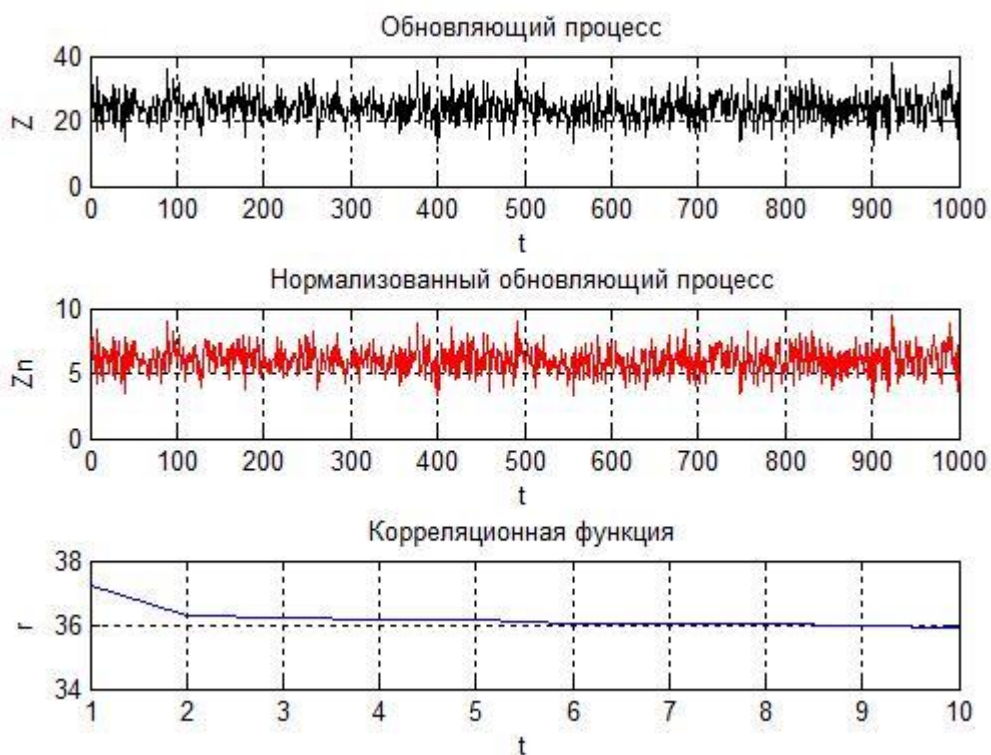
Параметры обн. процесса: Мат. ожидание 2.0057 дисперсия 1.0081

3.1.2 Средний уровень дефекта. Смещение на 4.



Параметры обн. процесса: Мат. ожидание 3.9815 дисперсия 0.9628 3.1.3

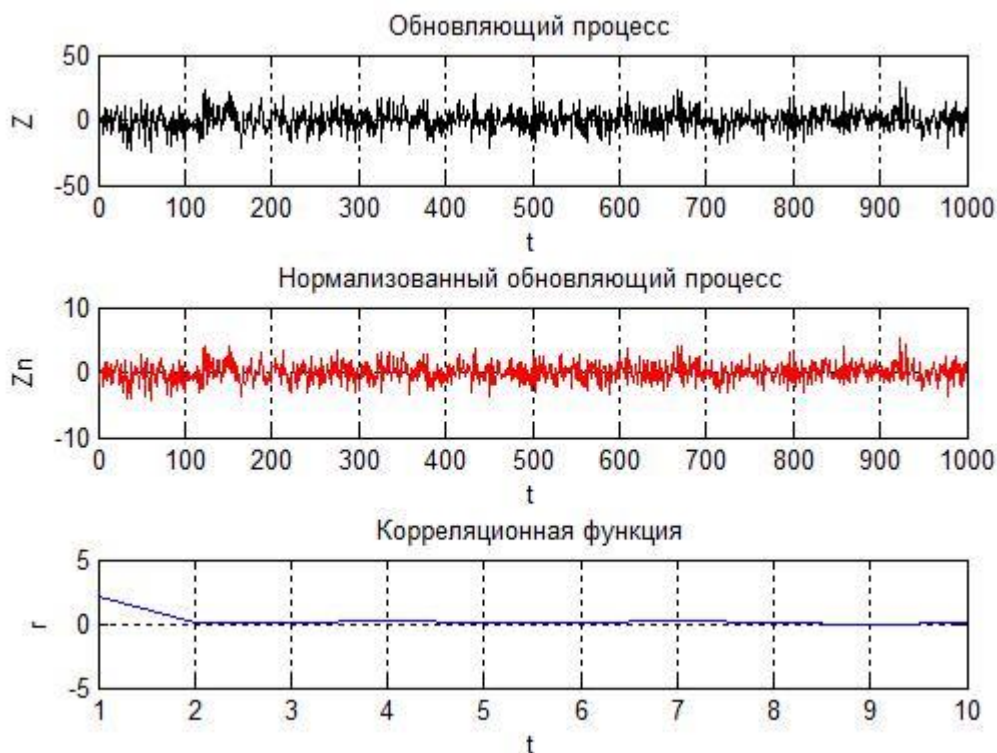
Большой уровень дефекта. Смещение на 6.



Параметры обн. процесса: Мат. ожидание 6.0217 дисперсия 0.9820

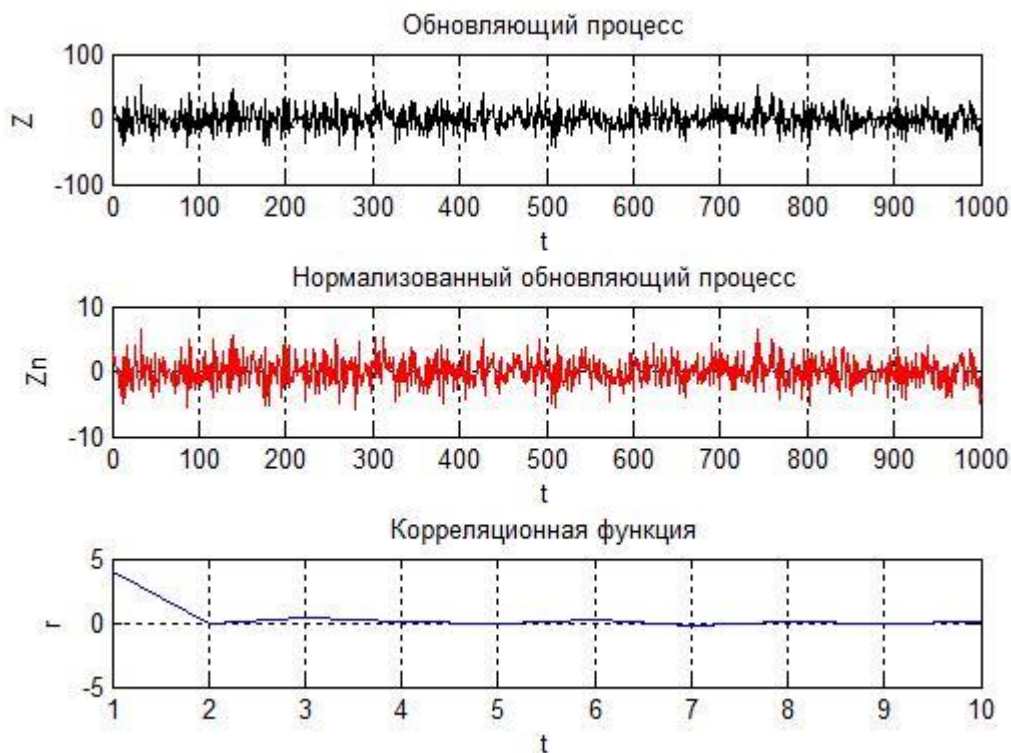
3.2 Процесс авторегрессии первого порядка. Увеличение дисперсии шумов в канале измерения.

3.2.1 Малый уровень дефекта. Увеличение в 2 раза.



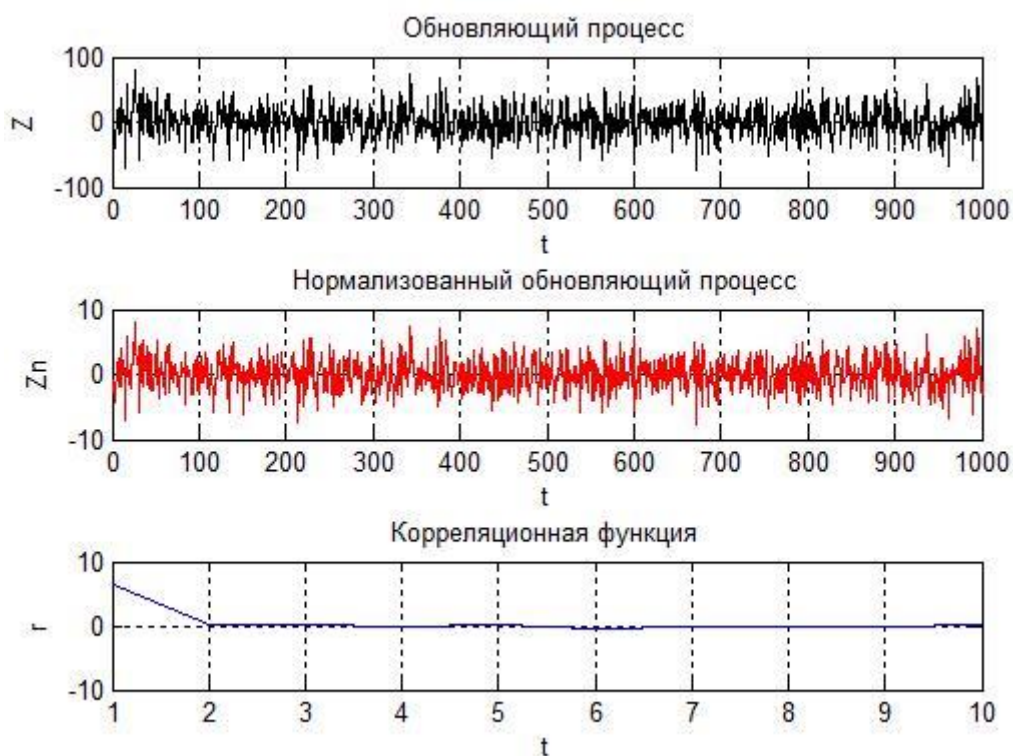
Параметры обн. процесса: Мат. ожидание 0.0059 дисперсия 1.4309

3.2.2 Средний уровень дефекта. Увеличение в 4 раза.



Параметры обн. процесса: Мат. ожидание -0.0094 дисперсия 1.9909

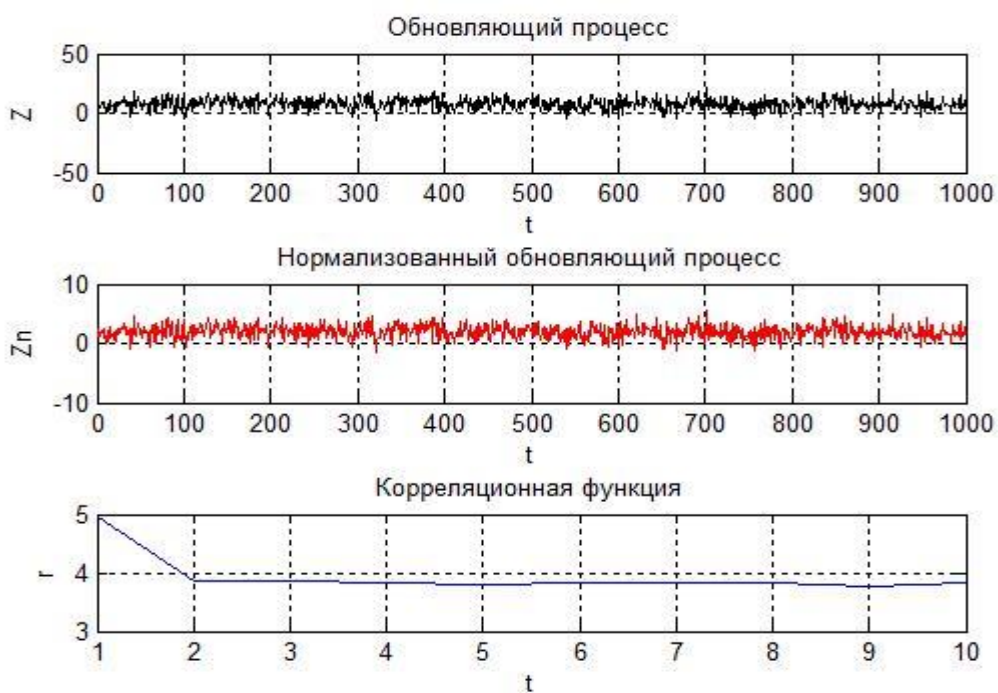
3.2.3 Большой уровень дефекта. Увеличение в 6 раз.



Параметры обн. процесса: Мат. ожидание -0.0011 дисперсия 2.5052

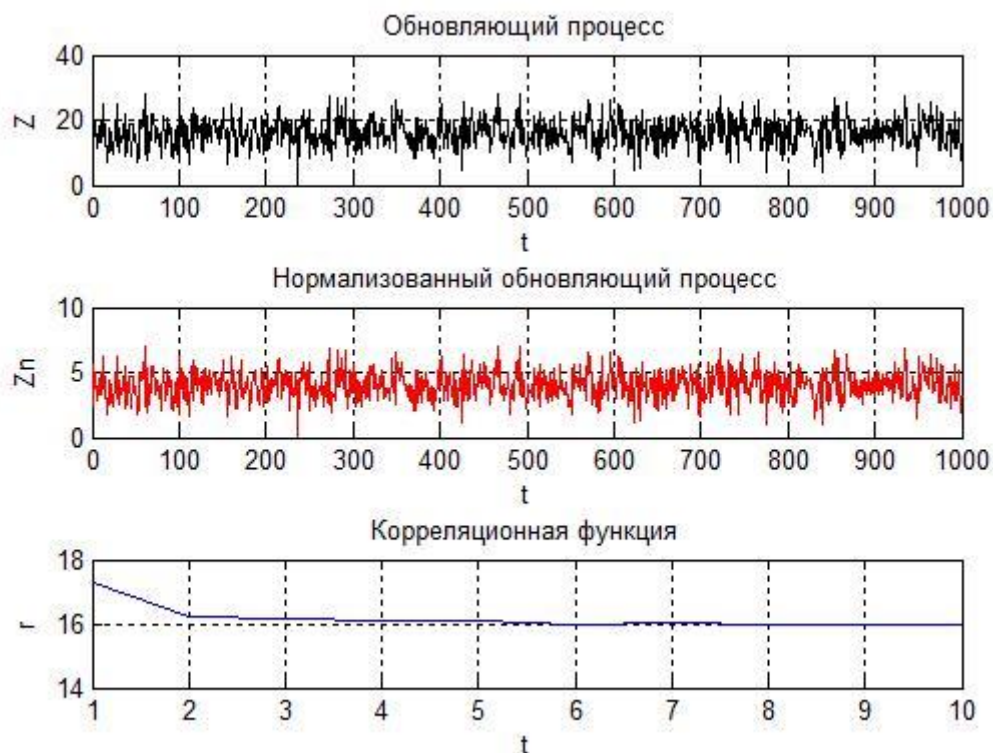
3.3 Процесс авторегрессии второго порядка. Постоянное смещение уровня шумов в канале измерения.

3.3.1 Малый уровень дефекта. Смещение на 2.



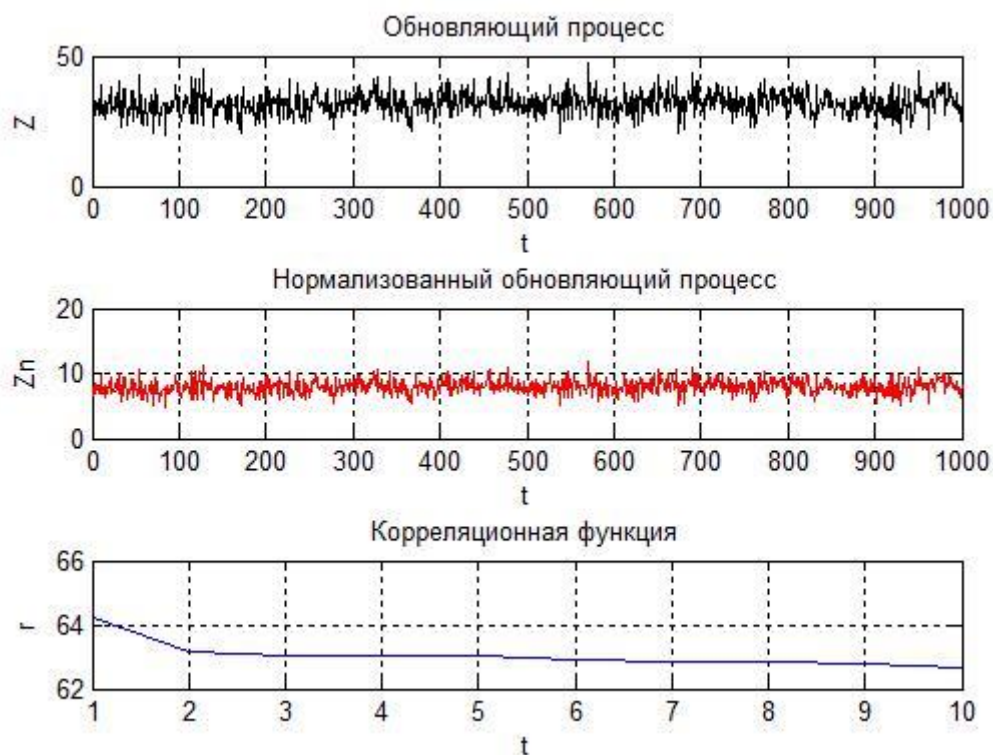
Параметры обн. процесса: Мат. ожидание 1.9446 дисперсия 1.083

3.3.2 Средний уровень дефекта. Смещение на 4.



Параметры обн. процесса: Мат. ожидание 4.0140 дисперсия 1.0720 3.3.3

Большой уровень дефекта. Смещение на 8.

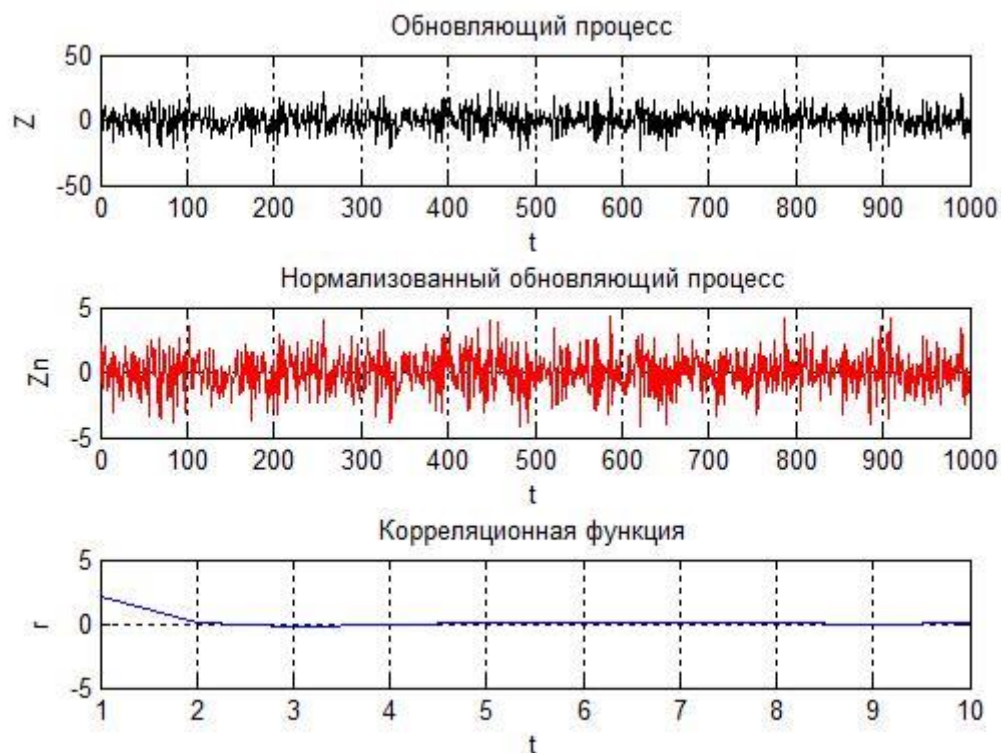


Параметры обн. процесса: Мат. ожидание 7.9455

дисперсия 1.0534

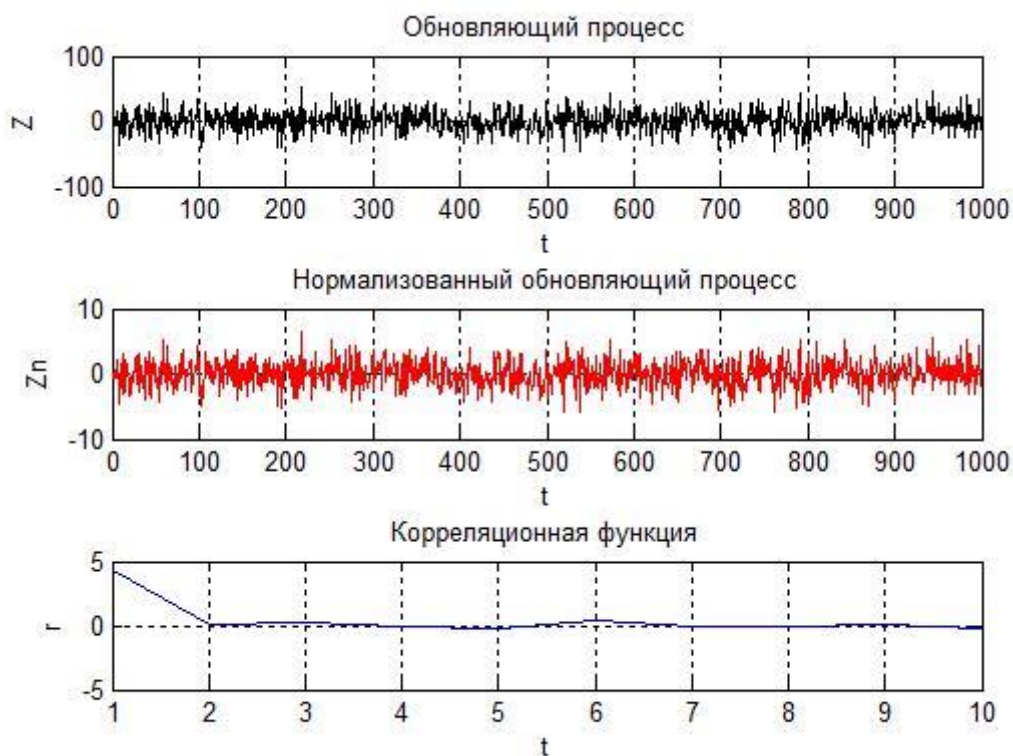
3.4 Процесс авторегрессии первого порядка. Увеличение дисперсии шумов в канале измерения.

3.4.1 Малый уровень дефекта. Увеличение в 2 раза.



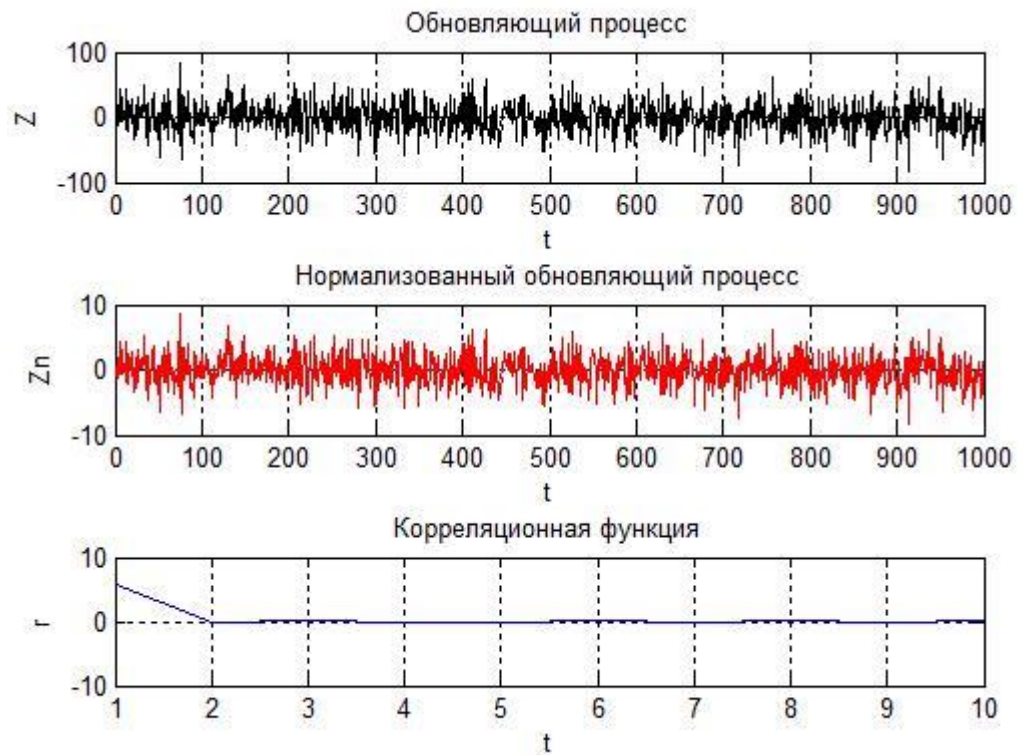
Параметры обн. процесса: Мат. ожидание -0.0018 дисперсия 1.4262 3.4.2

Средний уровень дефекта. Увеличение в 4 раза.



Параметры обн. процесса: Мат. ожидание -0.0060 дисперсия 2.0624

3.4.3 Большой уровень дефекта. Увеличение в 6 раза.



Параметры обн. процесса: Мат. ожидание -0.0472 дисперсия 2.4070

Вывод

В данной работе исследовалась система, в которой для оценки переменных состояния объекта диагностирования используется фильтр Калмана. В качестве объекта диагностирования при этом использовались процессы авторегрессии 1го и 2го порядков.

Добавление дефектов в канал измерения привело к смещению оценки на величину мат. ожидания шума и изменению дисперсии, что достаточно ожидаемо, т.к. дефект происходит при самих измерениях.