

## РГЗ

Теоретический материал и справочная информация изложены в учеб.-метод. пособии [1].

Номер бригады и номер варианта определяются преподавателем, ведущим практические занятия (приведены в варианты РГЗ 2022.pdf)

## Оглавление

1. Принятые обозначения.....	3
2. Задача №1. ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ.....	4
Вариант 1. Измерение среднего значения.....	4
Вариант 2. Измерение дисперсии.....	4
Вариант 3. Измерение вероятности превышения порога .....	4
3. Задача №2. СОГЛАСОВАННАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ СИГНАЛОВ .....	5
4. Задача №3. ВИНЕРОВСКАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ .....	7
5. К вычислению объема выборки.....	9
Исходные данные.....	9
Первый способ .....	9
Второй способ .....	10
6. Требования к оформлению РГЗ .....	11
Основные структурные элементы РГЗ .....	11
Требования к оформлению текста .....	11
Оформление формул и рисунков .....	11
Список используемых источников.....	13

## 1. Принятые обозначения

$F_B = 1024 \text{ Гц}$  – верхняя частота.

$K_B$  – номер бригады.

$K_r$  – последняя цифра в номере группы.

$K_1 = 1024$  – объем одной минимальной выборки (при моделировании случайных процессов в лабораторном стенде длина реализации устанавливается кратной 1024).

$K_S$  – суммарная длина выборки (требуемое число некоррелированных отсчетов). Суммарная выборка  $K_S$  состоит из  $K_M$  минимальных выборок, поэтому размер суммарной выборки равен

$$K_S = K_1 \cdot K_M = 1024 \cdot K_M \text{ элементов,}$$

где  $K_M$  – количество минимальных выборок.

СФ – согласованный фильтр.

ОСШ – отношение сигнал/шум.

## 2. Задача №1. ИЗМЕРЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ

### Вариант 1. Измерение среднего значения

$$\text{Отношение } (\sigma / \mu)^2 = K_B + K_G / 2.$$

Рассчитайте длину реализации  $K_S$ , при которой относительная ошибка  $\varepsilon_{\hat{\mu}} = 3\%$  [1]. Округлив значение  $K_S$  до ближайшего кратного  $K_1 = 1024$  (в большую сторону), найдите  $K_M, K_S$  и соответствующее им значение  $\varepsilon_{\hat{\mu}}$ .

### Вариант 2. Измерение дисперсии

$$\text{Отношение } 20\mu / \sigma = K_B + K_G.$$

Рассчитайте длину реализации  $K_S$ , при которой относительная ошибка  $\varepsilon_{\hat{\sigma}^2} = 1\%$  [1]. Округлив значение  $K_S$  до ближайшего кратного  $K_1 = 1024$  (в большую сторону), найдите  $K_M, K_S$  и соответствующее им значение  $\varepsilon_{\hat{\sigma}^2}$ .

### Вариант 3. Измерение вероятности превышения порога

$$\text{Отношение } 50\mu / \sigma = K_B + K_G.$$

Рассчитайте длину реализации  $K_S$ , при которой относительная ошибка измерения  $\varepsilon_{\hat{p}} = 3\%$  для  $p = 0.5$  [1]. Округлив значение  $K_S$  до ближайшего кратного  $K_1 = 1024$  (в большую сторону), найдите  $K_M, K_S$  и соответствующее им значение  $\varepsilon_{\hat{p}}$ .

### 3. Задача №2. СОГЛАСОВАННАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ СИГНАЛОВ

Варианты 1. Согласованная фильтрация видеоимпульса

Варианты 2. Согласованная фильтрация радиоимпульса

1. Рассчитайте параметры импульса и шума, при которых полученное на выходе СФ ОСШ  $q = \sqrt{P_c / P_{ш}} = 6.2 - 0.2(K_B + K_T)$ . Приведите рисунок импульса. Длительность импульса рекомендуется выбирать в пределах  $0.1 \dots 0.2 \cdot (1024 \cdot \Delta t)$ , где  $\Delta t$  – интервал дискретизации.

2. Рассчитайте зависимость ОСШ на выходе квазиоптимального фильтра:

вариант № 1 – от постоянной времени интегрирующего звена первого порядка;

вариант № 2 – от добротности колебательного контура.

Найдите оптимальные значения параметров квазиоптимального фильтра, обеспечивающие максимальное ОСШ и минимальный проигрыш по сравнению с СФ. Рассчитайте проигрыш квазиоптимального фильтра согласованному фильтру.

3. Рассчитайте  $K_{S^*}$  – требуемое число отсчетов окрашенного СП на выходе СФ (см. раздел.5. К вычислению объема выборки), чтобы они содержали  $K_S$  некоррелированных отсчетов. Относительная ошибка измерения дисперсии шума на выходе СФ не должна превышать 3%.

4. Рассчитайте число минимальных выборок окрашенного СП

$$K_{M^*} = \left[ \frac{K_{S^*}}{K_1} \right] = \left[ \frac{K_{S^*}}{1024} \right],$$

где  $[.]$  – округление до большего целого.

Найдите соответствующее  $K_{M^*}$  относительную ошибку измерения дисперсии шума на выходе СФ.

5. Приведите импульсную и амплитудно-частотную характеристики СФ и автокорреляционную функцию входного сигнала.

#### 4. Задача №3. ВИНЕРОВСКАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ

1. Рассчитайте нормированные дисперсии ошибок фильтрации при использовании:

- фильтра Винера (ФВ);
- каузального фильтра Винера (КФВ);
- квазиоптимального фильтра (ФНЧ с прямоугольной АЧХ)

при следующих данных:

дисперсия сигнала  $\sigma_x^2 = 1$ ;

интервал корреляции сигнала  $\tau_0 = \frac{15K_B}{2F_B}$ ;

спектральная плотность шума  $\frac{N_0}{2} = \frac{0.5K_B}{2F_B}$ .

2. Рассчитайте зависимости (и постройте графики) нормированных дисперсий ошибок фильтрации ФВ и КФВ от:

а) спектральной плотности шума при заданных в п. 1 значения  $\tau_0$  и  $\sigma_x^2$ ;

б) интервала корреляции сигнала при заданных в п.1 значениях  $\frac{N_0}{2}$  и  $\sigma_x^2$ .

Диапазон изменения параметров  $\frac{N_0}{2}$  в пункте 2.а и  $\tau_0$  в пункте 2.б должен составлять  $\pm 50\%$  относительно значений, заданных в п.1.

3. Рассчитайте  $K_{s^*}$  – требуемое число отсчетов окрашенного СП на выходе ФВ (см. раздел.5. К вычислению объема выборки), чтобы они содержали  $K_s$  некоррелированных отсчетов. Относительная дисперсия ошибка измерения  $M\{\varepsilon^2\}$  не должна превышать 1%. При этом приближенно примите интервал корреляции  $\tau_\varepsilon$  текущей ошибки фильтрации  $\varepsilon(t) = x(t) - \hat{x}(t)$  равным удвоенному интервалу корреляции  $\tau_0$  сигнала  $x(t)$ , а отсчеты, отстоящие на интервал корреляции  $x(t)$  – независимыми.

4. Рассчитайте число минимальных выборок окрашенного СП

$$K_{M^*} = \left[ \frac{K_{S^*}}{K_1} \right] = \left[ \frac{K_{S^*}}{1024} \right],$$

где  $[.]$  – округление до большего целого.

Найдите соответствующее  $K_{M^*}$  относительную дисперсию ошибки измерения  $M\{\varepsilon^2\}$

## 5. К вычислению объема выборки

### Исходные данные

$F_B = 1024 \text{ Гц}$  – верхняя частота.

$K_1 = 1024$  – объем одной минимальной выборки.

$K_S$  – требуемое число некоррелированных отсчетов.

$\tau_0$  – интервал корреляции окрашенного СП.

Суммарная выборка  $K_S$  состоит из  $K_M$  минимальных выборок, поэтому размер суммарной выборки равен.

$$K_S = K_1 \cdot K_M = 1024 \cdot K_M \text{ элементов,}$$

где  $K_M$  – количество минимальных выборок.

Найти  $K_{S^*}$  – требуемое число отсчетов окрашенного СП, чтобы они содержали  $K_S$  некоррелированных отсчетов и число минимальных выборок

окрашенного СП  $K_{M^*} = \left[ \frac{K_{S^*}}{K_1} \right] = \left[ \frac{K_{S^*}}{1024} \right]$  – число минимальных выборок

окрашенного СП.

### Первый способ

$\Delta t = \frac{1}{2F_B}$  – интервал дискретизации.

Пусть  $K_{S^*}$  – требуемое число отсчетов окрашенного СП.

$T_{S^*} = K_{S^*} \Delta t$  – требуемое время наблюдения окрашенного СП.

$K_S = \frac{T_{S^*}}{\tau_0} = \frac{K_{S^*} \Delta t}{\tau_0}$  – требуемое число некоррелированных отсчетов в

окрашенном СП.

$K_{S^*} = \frac{K_S \tau_0}{\Delta t}$  – требуемое число отсчетов окрашенного СП.

$$K_{M^*} = \left[ \frac{K_{S^*}}{K_1} \right] = \left[ \frac{K_{S^*}}{1024} \right] = \left[ \frac{K_S \tau_0}{1024 \Delta t} \right] - \text{требуемое число минимальных выборок}$$

окрашенного СП

Второй способ

$$T_1 = K_1 \Delta t = 1024 \frac{1}{2 \cdot 1024} = 0.5 - \text{длина минимальной выборки, содержащей.}$$

$K_1 = 1024$  отсчетов (при непрерывном времени наблюдения).

$$K_{1^*} = \frac{T_1}{\tau_0} - \text{число некоррелированных отсчетов в одной минимальной}$$

выборке.

Во сколько раз необходимо увеличить объем выборки для окрашенного СП?

$$\frac{K_1}{K_{1^*}} = \frac{K_1 \tau_0}{T_1} = \frac{K_1 \tau_0}{K_1 \Delta t} = \frac{\tau_0}{\Delta t}$$

$$K_{S^*} = K_S \frac{K_1}{K_{1^*}} = K_S \frac{\tau_0}{\Delta t} - \text{требуемое число отсчетов окрашенного СП.}$$

$$K_{M^*} = \left[ \frac{K_{S^*}}{K_1} \right] = \left[ \frac{K_{S^*}}{1024} \right] = \left[ \frac{K_S \tau_0}{1024 \Delta t} \right] - \text{требуемое число минимальных выборок}$$

окрашенного СП.

## 6. Требования к оформлению РГЗ

### Основные структурные элементы РГЗ

- Титульный лист.
- РГЗ состоит из трех задач. Тексты задач приводятся полностью с указанием номера группы, бригады и варианта. По каждой задаче должны быть содержательные выводы с анализом полученного решения.
- Список используемых источников. Здесь указываются источники, используемые автором в процессе написания РГЗ. Ссылки на использованные в работе источники делаются в квадратных скобках, содержащих номер источника в списке использованных источников. Оформление списка литературы регламентируется ГОСТом

### Требования к оформлению текста

- РГЗ выполняют на белых листах бумаги формата А4 с рамкой, без оборота.
- Форматирование текста РГЗ: отступы слева – 3 см, отступы справа – 1 см, отступы сверху и снизу – 2 см.
- Стандартный размер шрифта для РГЗ – Times New Roman, кегль 12, с межстрочным интервалом – 1.
- Заголовки РГЗ пишут с заглавной буквы и помещают по центру строки. Точка в конце не ставится, подчеркивание не используется (Выводы, Список использованных источников);
- Все страницы дипломного проекта при оформлении нумеруют (кроме титульного листа). Нумерацию страниц размещают в нижнем правом углу страницы (в рамке).

### Оформление формул и рисунков

- Все формулы, в том числе отдельные переменные, употребляемые в тексте, должны быть набраны в едином редакторе формул.
- Формулы выделяются из текста на отдельную строку.

- Выше и ниже формулы оставляют по свободной строке.
- Под формулой нужно помещать пояснение использованных символов и коэффициентов, если они впервые встречаются в тексте. Принятые обозначения не должны изменяться в пределах текста РГЗ.
- Формулы нумеруются сквозным способом. Номер указывается в круглых скобках с выравниванием по правому краю. Нумеруются лишь те формулы, на которые в тексте имеются ссылки.
- Рисунки (графики) должны иметь ширину не более 140 мм. Все рисунки должны быть пронумерованы и сопровождаться подрисуночными надписями. ( Рисунок 5 – Кумулятивная...)
- Оси графиков должны быть обозначены. Обозначения на рисунках должны совпадать с обозначениями, принятыми в тексте.
- На рисунки нужно ссылаться в тексте, и размещать их после первого упоминания (на той же странице или следующей).

### Список используемых источников

1. Основы теории случайных процессов : метод. указания к лаб. работам для 3 курса факультета радиотехники и электроники (направления 11.03.02 - Инфокоммуникационные технологии и системы связи ; профиль "Системы мобильной связи", 11.03.01 - Радиотехника) : учеб.-метод. пособие / Новосиб. гос. техн. ун-т ;[сост.: А. А. Спектор, И. С. Грузман]. - Новосибирск : Изд-во НГТУ, 2017. - 28 с.