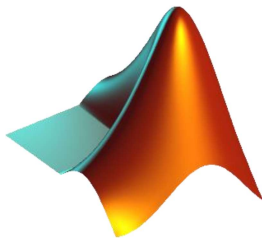


Основы моделирования в Matab/Octave

Цель практики

Цель практики заключается в освоении базовых подходов имитационного моделирования в связанной тематике, используя язык программирования Matlab.

Почему Matlab?



Вам предлагается изучить основы языка программирования Matlab, который используется в большинстве мировых R&D центрах для разработки, моделирования и прототипирования новых телекоммуникационных технологий. Мотивацией для изучения Matlab может служить тот факт, что при собеседовании в лучшие зарубежные R&D центры часто интересуются про навык пользования этим инструментом, поэтому владение Matlab'ом повышает вероятность вашего успеха.

[.....]

Процедура практики

Самостоятельное выполнение .

Если у вас есть навык владения ПО Matlab и творческий интерес, то Вам предлагается уникальная возможность реализовать модель самостоятельно, опираясь только на текстовое описание модели и задание.

С помощью видеокурса

Можно выполнить практику с помощью предлагаемого видеокурса, в котором последовательно выполняются все блоки модели. Естественно, выполнение задания по вариантам никто не отменял.

Практика 1. Введение в Matlab/Octave

Задание

Ознакомиться с интерфейсом среды моделирования. Освоить синтаксис языка программирования Matlab/Octave.

[.....]

Часть 1. Константы

1.1 Очистить рабочее пространство (функция *clear all*)

1.2 Введите новые переменные a и b . Запишите в них любые значения: a – Ваш номер в списке группы; b – общее количество человек в группе.

1.3 Введите новую переменную c как функцию $c = b - a$

1.4 Введите новую переменную d как функцию $d = c \cdot b - a$

1.5 Введите новую комплексную переменную $e = a + jb$ (запись мнимой единицы - i)

1.6 Введите новую переменную $h = d \cdot 10^c$ (например, запись $1e2$ соответствует 10^2)

1.7 Введите новую переменную $g = a \cdot \pi$ (запись числа Пи - π)

1.8 Сохранить скриншот рабочего пространства

[.....]

Часть 2. Векторы

2.1 Очистить рабочее пространство

2.2 Введите новые вектора f и g размерностью $1 \times N$, где $N = c + 1$ (с из п. 1.2)

2.3 Введите новый вектор h как функцию поэлементного сложения массивов: $h = f + g$

2.4 Введите новый вектор j как функцию умножения массива h на константу d (п. 1.4): $j = d \cdot h$

2.5 Введите новый вектор v размерностью $N \times 1$

2.6 Обратиться к третьему элементу вектора v и вывести его в командное окно

2.7 Сохранить скриншот рабочего пространства

[.....]

Часть 3. Матрицы

3.1 Очистить рабочее пространство

3.2 Введите новые матрицы **A** и **B** размерностью 3×3 .

3.3 Введите новую матрицу **C** как результат матричного умножения **A** \times **B**

3.4 Введите новую матрицу **D** как результат поэлементного умножения **A** \times **B**

3.5 Обратиться к элементу с адресом (1,1) матрицы **D** и вывести его в командное окно

3.6 Обратиться к второму столбцу матрицы **D** и вывести его в командное окно

3.7 Обратиться к второй строке матрицы **D** и вывести ее в командное окно

3.8 Сохранить скриншот рабочего пространства

[.....]

Часть 4. Операторы и циклы

Пусть параметр a – Ваш номер в списке группы.

4.1 Очистить рабочее пространство

4.2 Реализовать цикл *for* для расчета суммы: $c = 1 + 2 + 3 + \dots + 10 \cdot a$

4.3 Реализовать внутри цикла *for* оператор *if* с проверкой на четность, соответствующий следующей логике: если число четное, то не прибавлять его к c в предыдущем пункте. Иными словами, $c = 1 + 3 + 5 \dots + 10 \cdot a - 1$

4.4 Реализовать цикл *while* для расчета суммы: $c = 1 + 2 + 3 + \dots x$. Прекратить расчет, когда слагаемое $x \geq a$

4.5 Сохранить скриншот рабочего пространства

[.....]

Часть 5. Библиотека функций

5.1 Очистить рабочее пространство

- 5.2 Сформировать вектор случайных чисел **A** размерностью 1×10 (функция *randn*)
- 5.3 Найти максимальный и минимальный элемент вектора **A** (функции *max* и *min*)
- 5.4 Найти номер максимального элемента вектора **A** (ознакомиться со справкой по функции *max*)
- 5.5 Сформировать единичный вектор размерностью 1×10
- 5.6 Сформировать нулевой вектор размерностью 1×10
- 5.7 Сохранить скриншот рабочего пространства
[.....]

Блок 6. Графическое отображение

- 6.1 Очистить рабочее пространство
- 6.2 Сформировать вектор случайных чисел **A** размерностью 1×100
- 6.3 Создать графическое окно (функция *figure*)
- 6.4 Отобразить вектор **A** в виде гистограммы (функция *bar*)
- 6.5 Отобразить вектор **A** в виде столбцов (функция *stem*)
- 6.6 Отобразить вектор **A** в виде зависимости $y(x)$ (функция *plot*)
- 6.7 Изменить цвет линии на любой другой.
- 6.8 Выставить толщину линии равную 2.
- 6.9 Обозначить оси: ось x – отсчеты, ось y – амплитуда. (функции *xlabel*, *ylabel*)
- 6.10 Отобразить название графика: «Случайный вектор» (функция *title*)
- 6.11 Подписать отображенную на графике зависимость (функция *legend*)
- 6.12 Обозначить диапазон по оси x : от 1 до 90 (функция *xlim*)
- 6.13 Обозначить диапазон по оси y : от мин. значения **A** до макс. (функция *ylim*)
- 6.14 Отобразить сетку (функция *grid on*)
- 6.15 Сохранить скриншот графика

Практика 2. Представление сигналов в модели

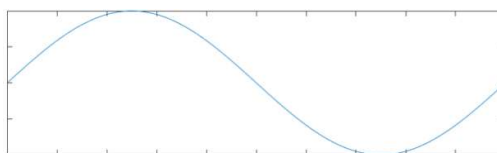
Задание

Реализовать имитационную модель фильтрации синусоидального сигнала от в условиях шума, а так же переноса сигнала с/на несущую частоту.

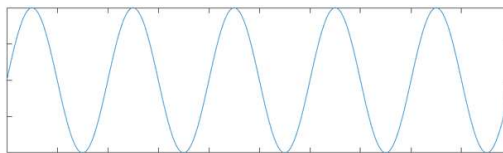
[.....]

Ход работы

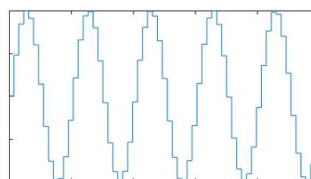
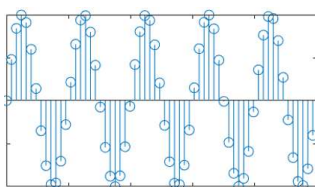
1. Обозначим шаг дискретизации переменной Δt . Сформировать синусоидальный сигнал (длительностью 1 период) с $\Delta t = 0.1$. Отобразить на временном графике сформированный синусоидальный сигнал.



2. Ввести параметр частоты синусоиды f , значение которой определено вариантом задания. Сформировать синусоидальный сигнал с тем же шагом дискретизации Δt , но с повышенной частотой f . Отобразить полученный сигнал на временном графике, при этом должно поместиться f целых периодов.



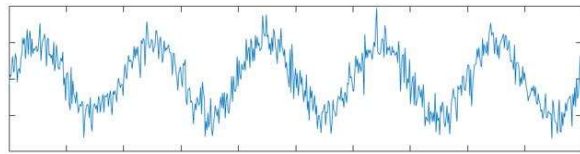
3. Отобразить сформированный синусоидальный сигнал на графике в виде отрезков (функция stem) и ступенчатом графике (функция stairs).



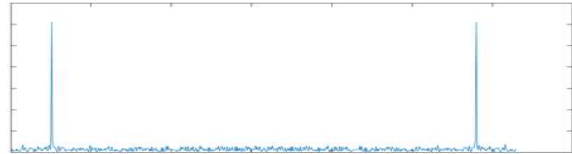
4. Получить спектр синусоиды с помощью прямого преобразования Фурье (функция `fft`), записать его в отдельную переменную и отобразить его на графике. В этом случае по оси x будет отложена частота. Убедиться в том, что гармоника расположена на частоте f .



5. Сформировать сигнальный вектор с шумом (функция `wng`) мощностью N_0 и добавить его на синусоиду. Значение N_0 определено вариантом задания. Наложить шум (операция векторного сложения) на синусоидальный сигнал и построить временной график синусоиды с шумом.

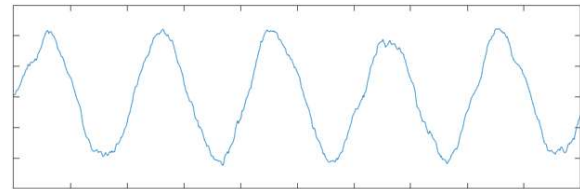


6. Получить спектр зашумленной синусоиды, записать его в отдельную переменную и отобразить его на графике.



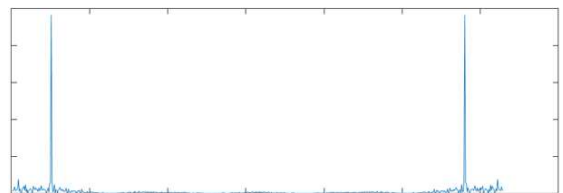
7. Отфильтровать зашумленный сигнал фильтром скользящего-среднего. Такой фильтр является распространенным для сглаживания зашумленных сигналов. Фильтр перемещает окно длиной L вдоль сигнального вектора, вычисляя средние значения сигнала, содержащихся в каждом окне. Для такого фильтра разностное уравнение определено по формуле:

$$y(n) = \frac{1}{L} [x(n) + x(n-1) + \dots + x(n-(L-1))]$$

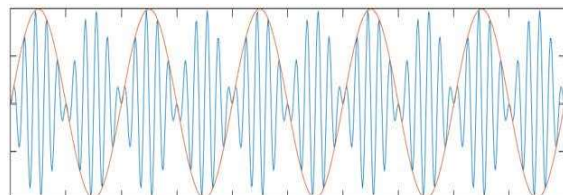


Для фильтра с длиной окна L получим в модели следующие коэффициенты числителя и знаменателя: $a = 1, b = 1/L * \text{ones}(1, L)$. Тогда, фильтрацию можно осуществить с помощью функции $y = \text{filter}(b, a, x)$, где x – это синусоидальный сигнал с шумом на входе фильтра, а y – отфильтрованный сигнал на выходе фильтра. Длина окна L задается вариантом задания.

8. Получить и отобразить на графике спектр отфильтрованной синусоиды. Убедитесь, что шума стало визуально меньше.

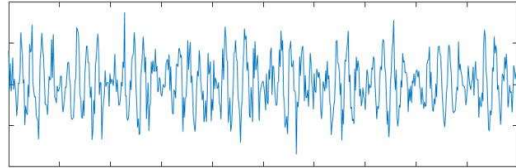


9. Реализовать перенос сигнала на несущую частоту. Для этого требуется сформировать второй синусоидальный сигнал с частотой $10f$, при этом длина получившегося сигнального вектора должна быть такая же, как

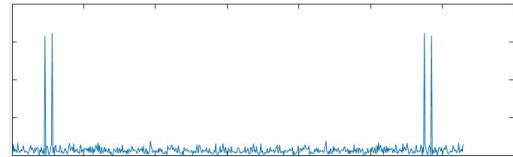


длина вектора с первым синусоидальным сигналом с частотой f . Осуществить поэлементное перемножение двух синусоидальных сигналов. Отобразить на одном графике две временные зависимости: сигнал, получившийся в результате перемножения, и синусоидальный сигнал с частотой f .

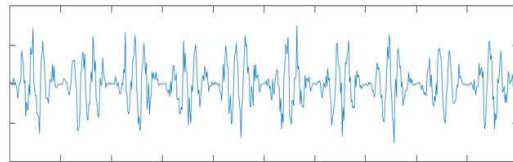
10. Добавить шум на сигнал, получившийся в результате перемножения. Сигнальный вектор с шумом взять из пункта 5. Отобразить сигнал с шумом на временном графике.



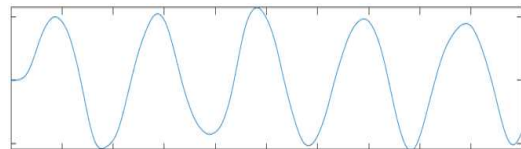
11. Получить и отобразить на графике спектр сигнала, полученного в предыдущем пункте.



12. Реализовать перенос сигнала с несущей частоты. Для этого требуется сигнал с шумом (из пункта 10) повторно умножить на сигнал несущей частоты (синусоидальный сигнал с частотой $10f$). Отобразить получившийся сигнал на временном графике.



13. Отфильтровать сигнал, получившийся в предыдущем пункте. Для этого используем фильтр Баттерворта. Рассчитаем коэффициенты числителя и знаменателя фильтра с помощью встроенной в библиотеку функции



$$[b,a] = \text{butter}(4,0.04,'low').$$

Далее, применим эти коэффициенты для фильтрации с помощью функции `filter` точно так же, как в пункте 7. Отобразить получившийся сигнал на временном графике.

Практика 3. Модель расчета пропускной способности канала точка-точка по Шеннону

Задание

Реализовать модель расчета пропускной способности канала связи точка-точка в условиях аддитивного белого гауссова шума, используя теорему Шеннона.

[.....]

Модель канала точка-точка по Шеннону

Согласно теореме Шеннона, пропускная способность канала точка-точка, измеряемая в бит/с, в условиях аддитивного белого гауссова шума (АБГШ) может быть рассчитана по формуле

$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{|\alpha|^2 P}{BN_0} \right),$$

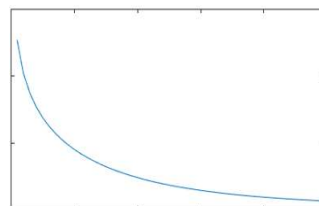
где P – мощность сигнала на выходе передатчика; B – ширина полосы сигнала; N_0 – спектральная мощность плотности АБГШ; α – канальный коэффициент, показывающий ослабление сигнала в среде. В свою очередь, коэффициент α в модели свободного распространения определяется с помощью формулы

$$\alpha = \frac{4\pi df}{c},$$

где d – расстояние между передатчиком и приемником; f – несущая частота сигнала; c – скорость света. Конкретные значения величин P, B, N_0, d, f определены вариантом Вашего задания.

Ход работы

1. Рассчитать зависимость пропускной способности (C) от расстояния между передатчиком и приемником (d) в диапазоне изменения расстояния от



$1d$ до $50d$ с шагом d . Отобразить полученную зависимость $C(d)$ на графике.

2. Рассчитать зависимость пропускной способности (C) от несущей частоты (f) в диапазоне изменения частоты от $0.1f$ до $2f$ с шагом $0.1f$. Отобразить полученную зависимость $C(f)$ на графике.

3. Рассчитать зависимость пропускной способности (C) от ширины полосы пропускания (B) в диапазоне изменения частоты от $0.01B$ до $10B$ с шагом $0.01B$. Отобразить полученную зависимость $C(B)$ на графике.

Таблица с вариантами и комбинациями

N – номер вашего ФИО в списке группы. Зная N , нужно выбрать комбинацию заданий из таблицы с комбинациями. Далее, выбрать параметры модели из таблицы с вариантами в соответствии со своей комбинацией.

Например, Ваша комбинация 1,2,3,4,5,6. Тогда, ваш вариант задания будет следующий:

длина сообщения = 35 символов, $N_B = 7$, $T_{CP} = 1/16$, $\Delta RS = 6$ В = 13 МГц, $f_0 = 1,9$ ГГц.

Таблица с комбинациями

| N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|-------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|
| Комб. | 1,2,3, 4,5,6 | 2,4,6, 1,7,2 | 6,2,3, 2,2,2 | 7,7,2 1,2,3 | 5,3,6 1,3,4 | 2,2,1, 1,3,3 | 5,2,4 1,5,3 | 3,3,3 2,2,2 | 1,1,1 1,1,1 |
| N | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| Комб. | 6,5,4, 2,1,3 | 7,4,2, 1,2,3 | 7,7,7 1,2,3 | 4,3,4, 1,2,4 | 7,6,2, 5,5,5 | 2,5,1 5,5,5 | 2,3,1 6,7,7 | 3,2,2 2,2,1 | 5,4,1 2,2,2 |

Таблица с вариантами

| N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|-----------------------|--------------------|--------------------------|-------------------------------------|----------------|--------------------|
| | Длина сообщения, симв | Кол-во лучей N_B | Длина префикса, T_{CP} | Шаг опорных поднесущих, ΔRS | Полоса, В, МГц | Несущая, f_0 ГГц |
| 1 | 35 | 5 | 1/2 | 3 | 10 | 2 |
| 2 | 40 | 7 | 1/4 | 4 | 11 | 2.1 |
| 3 | 45 | 6 | 1/16 | 5 | 8 | 1.7 |
| 4 | 50 | 9 | 1/8 | 6 | 9 | 2.4 |
| 5 | 55 | 10 | 1/4 | 7 | 13 | 2.2 |
| 6 | 60 | 4 | 1/2 | 8 | 12 | 1.9 |
| 7 | 65 | 8 | 1/8 | 9 | 7 | 1.8 |