**Контрольные задачи**

**Тема 1.**

Изобразить произвольную дискретную последовательность, записанную в виде суммы взвешенных и задержанных цифровых единичных отсчетов,

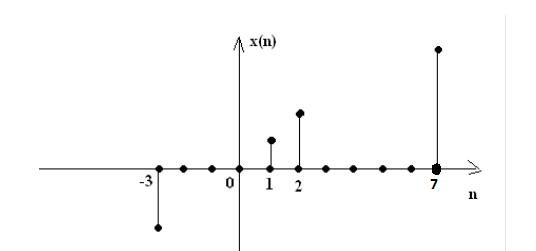
Решение:

Произвольный дискретный сигнал можно описать в виде суммы



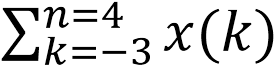






**Тема 2.**

Покажите, что дискретная система, описываемая уравнением



является линейной.

Решение:

Проверим свойства линейности



**Тема 3**

Заданы входная последовательность и импульсная характеристика дискретной системы

Вычислить дискретную свертку. Построить график свертки.

Решение:



Ограничение пределов суммирования означает, что система при вычислении использует только предыдущие значения отсчетов воздействия и не имеет информации о последующих.

h 5 4 3 2

x 1 1 1

y(0) =  = 5

h 5 4 3 2

x 1 1 1

y(1) = 

h 5 4 3 2

x 1 1 1

y(2) = 

h 5 4 3 2

x 1 1 1

y(3) = 

h 5 4 3 2

x 1 1 1

y(4) = 

h 5 4 3 2

x 1 1 1

y(5) = 

y(n) = {5, 9, 12, 9, 5, 2}



**Тема 4**

1. Решить разностное уравнение c начальным условием , где входная последовательность, отклик линейной стационарной дискретной системы.

Решение:

, , 

















2. Показать, что разностное уравнение c начальным условием }, где входная последовательность, описывает отклик cумматора .

Решение:

, 





Отклик сумматора





**Тема 5**

1 Вычислить импульсную характеристику дискретной рекурсивной системы для входа . Соотношение вход-выход системы описывается разностным уравнением с постоянными коэффициентами .

Решение

Согласно определению импульсная характеристика h(n) – это реакция на цифровой единичный импульс



Пусть 













**Тема 6**

1. Вычислить комплексную частотную характеристику (дискретизированное по времени преобразование Фурье) рекурсивной линейной дискретной системы, удовлетворяющей разностному уравнению c начальным условием Вычислить модуль комплексной частотной характеристики. Вычислить фазовую характеристику системы. Построить графики модуля и фазы как функции нормированной частоты в диапазоне где , – циклическая и линейная частоты, - частота дискретизации.

Решение.

,

,





и т.д. входной и выходной сигнал являются вещественными.

Частотная характеристика равна



Модуль и фаза частотной характеристики системы







4 Вычислить Фурье-образ (дискретизированное по времени преобразование Фурье) прямоугольного окна . Вычислить ширину главного лепестка и всех боковых лепестков Фурье-образа прямоугольного окна Изобразить график модуля комплексной частотной характеристики окна.

Решение

t=linspace(-5,15,512);%Задание вектора времени

if (t>=0)&(t<=9)

f=1;

end;

F=fft(f);

subplot(211);

plot(t,f);%Отрисовка исходной функции

subplot(212);

plot(1:512, F);%Фурье образ как функция номера



**Тема 7**

Вычислить импульсную характеристику идеального фильтра нижних частот (ФНЧ) с частотой среза , если его частотная характеристика, равная на промежутке []

,

вне этого интервала вычисляется по периодичности.

Здесь - это нормированная частота, а - это циклическая и линейная частоты, - частота дискретизации, нормированная частота среза ФНЧ

Решение:

Идеальная импульсная характеристика её можно посчитать как Фурье-образ от идеальной частотной:



H(w) – идеальная характеристика.



где fc и wc – частота среза.

**Тема 8**

Вычислить элементысистемы дискретных экспоненциальных функций (ДЭФ) и записать систему в виде матрицы размером Матрицу представить в алгебраической и экспоненциальной форме.

Решение:

В дискретном преобразовании Фурье используется система дискретных экспоненциальных функций (ДЭФ), определяемых следующим выражением



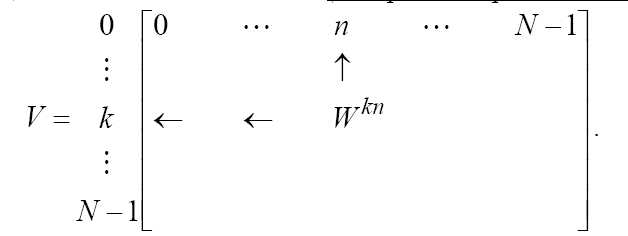
Обе переменные  принимают дискретные значении 

Обозначим



Тогда 

Всю систему ДЭФ можно записать в виде матрицы V , строки которой нумеруются переменной *k ,* столбцы переменной *п,* а в пересечении *k-n* строки и n-го столбца записана величина 



Для N=4 матрица V имеет вид:





**Тема 9**

6 Выполнить прямое дискретное преобразование Фурье (ДПФ) последовательности Восстановить исходную последовательность через вычисление обратного ДПФ последовательности коэффициентов дискретного преобразования Фурье .

Решение:











Обратное ДПФ







**Тема 10**

Дана последовательность Применить быстрое преобразование Фурье (БПФ) для вычисления коэффициентов ДПФ. Показать, что алгоритм БПФ можно применять для восстановления по коэффициентам ДПФ используемым в качестве исходного массива данных. Оценить вычислительную сложность алгоритма БПФ.

Решение:

Сигнал состоит из 4-х отсчетов во временной области.





**Тема 11**

Заданы последовательности и Вычислить циклическую дискретную свертку последовательностей с помощью ДПФ. Построить график свертки.

Решение:

Использование БПФ для вычисления свертки основано на том, что ДПФ свертки последовательностей есть покомпонентное произведение ДПФ соответствующих последовательностей.

Вычислим ДПФ последовательностей:



Далее производится поочередное умножение элементов первой последовательности с элементами второй последовательности и просуммировать полученные значения. После производится обратное преобразование по формуле обратного преобразования, в результате которого получаем свертку, рассчитанную с помощью ДПФ.







Список литературы

1. Оппенгейм А., Шафер Р. Цифровая обработка сигналов.‒ М.: Техносфера, 2006.
2. Теория прикладного кодирования: Учеб. пособие. В 2 т. В.К. Конопелько, А.И. Митюхин и др.; Под ред. проф. В.К. Конопелько. – Мн.: БГУИР, 2004.
3. Овсянников В.А. Методы формирования и цифровой обработки сигналов. Учебное пособие для студентов специальности «Радиосвязь, радиовещание и телевидение» в 2-ух частях. ‒Мн.: БГУИР 2010.
4. Лосев В.В. Микропроцессорные устройства обработки информации. Алгоритмы цифровой обработки: Учебное пособие для вузов. – Мн: Вышэйшая школа, 1990.
5. Смит С. Цифровая обработка сигналов. Практическое руководство для инженеров и научных работников: Пер. с англ. ‒ М.: Додека-XXI, 2008.
6. Айфичер Э.С., Джервис Б.У. Цифровая обработка сигналов: практический подход: Пер. с англ. ‒ М.: Издательский дом «Вильямс», 2008.
7. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. ‒ М.: Техносфера, 2005.
8. Андерсон Д.А. Дискретная математика и комбинаторика.: Пер. с англ. ‒ М.: Издательский дом «Вильямс», 2004.
9. Кормен Т.Х. и др. Алгоритмы: построение и анализ.: Пер. с англ. ‒ М.: Издательский дом «Вильямс», 2009.
10. Макклеллан Дж.К., Рейдер Ч.М. Применение теории чисел в цифровой обработке сигналов. - М.: Радио и связь, 1983.
11. Основы цифровой обработки сигналов: Курс лекций. Солонина А.И., Улахович Д.А. и др. ‒ СПб: БХВ – Петербург, 2003.
12. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. – М.: Мир, 1978.
13. Митюхин А.И. Применение действительных ортогональных преобразований в цифровой обработке сигналов: Учебно-методическое пособие. – Мн.: БГУИР, 2000.
14. Саломатин С.Б. Цифровая обработка сигналов в радиоэлектронных системах. Уч. пособие по дисциплине «Цифровая обработка сигналов». – Мн.: БГУИР, 2002.
15. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб.: Питер, 2003.
16. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов: Пер. с англ. – М.: Мир, 1989.
17. Ахмед Н., Рао К.Р. Ортогональные преобразования при обработке цифровых сигналов. – М.: Связь, 1980.
18. Куприянов М.С., Матюшкин Б.Д. Цифровая обработка сигналов: процессоры, алгоритмы, средства проектирования. – СПб: Политехника, 2002.
19. Цифровая обработка телевизионных и компьютерных изображений. Под ред. Ю.Б. Зубарева и В.П. Дворковича. – М.: 1997.
20. Птачек М. Цифровое телевидение. Теория и техника. – М.: Радио и связь, 1990.
21. Салонина А.И., Улахович Д.А., Яковлев Л.А. Алгоритмы и процессоры цифровой обработки сигналов. СПб: БХВ – Петербург, 2001.