**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**

**«Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова»**

**(БГТУ «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | |  |  | ДОПУСКАЕТСЯ К ЗАЩИТЕ: | | | | | | | | | | | | | | |
| Факультет | И | |  | Заведующий кафедрой | | | | | |  | | | | И1 | | | | | | |
|  | индекс факультета | |  |  | | | | |  | | | | | | индекс кафедры | | |
| Выпускающая кафедра | И1 | |  | | Борейшо А.С. | | |  | | | |  | | | | | | | |
|  | индекс кафедры | |  | | Фамилия ИО | |  | | | | подпись | | | | | | | | | | |
| Группа | И1М31 | |  | « 14 » | | марта | | | | | | | | | | 2019 г. | | |
|  | индекс группы | |  |  | |  | | | | | | |  | | | |

**отчет**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **о прохождении** | | | учебной | | | | | | | | | | | | | | **практики** | | | | | | | |
| наименование практики | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Поначевной Ирины Федоровны | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Фамилия, имя, отчество обучающегося | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **обучающегося по**  **направлению/специальности** | | | | | | 12.04.05 | | |  | | Лазерная техника и лазерные | | | | | | | | | |
| нужное подчеркнуть | | | | | | код | | | |  | | полное наименование направления/специальности | | | | | |
| технологии | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Руководитель практики:** | | | | | Погода А.П., к.ф.-м.н., преподаватель | | | | | | | | | | | | | | |
|  | | Фамилия ИО, ученая степень, ученое звание, должность | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **Срок прохождения практики:** | | | | с | | 04.02.2019 | | | | | | г. |  | по | 14.03.2019 | | | г. | | | |
| **Должность обучающегося на практике:** | | | | | | | **магистрант** | | | | | | | | | | | | | | | |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Руководитель практики:** | | | |  | | |  |  | | | | |  | | | | | |
|  | | |  | Погода А.П. | | |  | |  | | |  | |  | | | | |
| Подпись | | |  | Фамилия ИО | | |  | |  | | | |  | |  | | |
| « 14 » |  | \_\_\_\_\_\_\_марта\_\_\_\_\_\_\_ | | |  | 2019 г. |  |  | |  |  | | | | |  |  | | |

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

2019 г.

**СОДЕРЖАНИЕ**

[1 Разработка лабораторной работы для учебного процесса кафедры в рамках дисциплины «Цифровая обработка сигналов» 3](#_Toc10797407)

[2 Описание задания для проведения лабораторной работы по курсу «Цифровая обработка сигналов» для студентов бакалавриата 4](#_Toc10797408)

[3 Разработка и внедрение указаний к выполнению лабораторной работы по курсу «Цифровая обработка сигналов» для студентов бакалавриата 7](#_Toc10797409)

[ПРИЛОЖЕНИЕ 13](#_Toc10797410)

# 1 Разработка лабораторной работы для учебного процесса кафедры в рамках дисциплины «Цифровая обработка сигналов»

Кафедра И1 "Лазерная техника" факультета "И" Информационные и управляющие системы" ведет подготовку бакалавров и магистров по направлению «Лазерная техника и лазерные технологии», профили «Оптогеоинформатика» и «Лазерные техника и лазерные технологии».

Сложившаяся система преподавания предполагает использование в процессе обучения современных компьютерных информационных технологий, в том числе 3D-проектирования оптотехнических систем, компьютерного моделирования сложных физических процессов, компьютерного дизайна. Успешное применение студентами самых передовых компьютерных технологий обусловлено имеющимся в составе кафедры современным компьютерным классом с неограниченным доступом в Интернет и мультимедийными аудиториями для проведения лекционных и практических занятий.

Более того, на базе кафедры успешно существуют оптические лаборатории, оснащенные современным оборудованием. Получение практических навыков при сборке и работе с экспериментальными оптическими стендами способствуют повышению квалификации и уровня знаний студентов кафедры.

В процессе прохождения практики были написаны указания к проведению лабораторной работы №2 «Дискретные системы» по дисциплине «Цифровая обработка сигналов», а также написана методика проведения этой лабораторной работы для студентов бакалавриата.

Целями лабораторной работы являлось:

• реализация процедуры обработки сигнала линейным стационарным фильтром;

• оптимизация параметров резонатора второго порядка для выделения полезного сигнала из помех.

# 2 Описание задания для проведения лабораторной работы по курсу «Цифровая обработка сигналов» для студентов бакалавриата

В процессе прохождения практики было сформировано и описано задание для проведения лабораторной работы №2 «Дискретные системы» у студентов бакалавриата.

Суть работы состоит в извлечении информации из сигнала, путем применения простейшего полосового фильтра — резонатора второго порядка. Полезный сигнал представляет собой набор радиоимпульсов (фрагментов гармонического сигнала), с помощью которых кодом Морзе передается одна цифра. Пример графика полезного сигнала показан на рис. 1. Такой код Морзе соответствует цифре «1» (следует обращаться к приложению к заданию).

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 1 – Полезный сигнал |

К полезному сигналу добавлен ряд помех, в результате чего полезный сигнал перестает быть виден (рис. 2).

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 2 –Сигнал с помехами |

Спектральные свойства помех и полезного сигнала схожи, поэтому на графике амплитудного спектра (рис. 3) полезный сигнал визуально тоже не выделяется.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 3 –Спектр сигнала с помехами |

Для выделения полезного сигнала из помех необходимо использовать полосовой фильтр, пропускающий частоты, лежащие в окрестности несущей частоты радиоимпульсов. В качестве этого фильтра в данной лабораторной работе предлагается использовать резонатор второго порядка, функция передачи которого имеет вид:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |

Здесь ω0 — частота настройки резонатора (в радианах на отсчет), а параметр a2 регулирует полосу пропускания. Фильтр является устойчивым, если a2 лежит в диапазоне −1…+1, при уменьшении a2 полоса пропускания резонатора расширяется, при увеличении – сужается.

Сигналы, обрабатываемые при выполнении лабораторной работы, содержатся в текстовых файлах lab2\_data1.txt и lab2\_data2.txt. Их необходимо скачать и разместить в той же папке, где будет расположен файл программы, создаваемой в процессе выполнения лабораторной работы.

# 3 Разработка и внедрение указаний к выполнению лабораторной работы по курсу «Цифровая обработка сигналов» для студентов бакалавриата

Для правильного алгоритма выполнения работы студентами были разработаны указания для допуска к выполнению к выполнению лабораторной работы №2 «Дискретные системы», также даны рекомендации по оформлению итога работы.

3.1 Загрузка данных

* Запустить программу Octave и создайте в редакторе новый файл программы.
* Загрузить файл данных lab2\_data1.txt, использовав для этого следующий код:

**x = load('lab2\_data1.txt');**

В результате будет создан массив x (вектор-столбец), содержащий отсчеты сигнала, который необходимо обработать.

* Построить график сигнала, чтобы убедиться, что полезный сигнал в немне виден.

*Примечание:* Сигналы в этой лабораторной работе содержат большое число отсчетов, поэтому для построения их графиков лучше всего использовать функцию plot, которая соединяет точки линиями.

3.2. Расчет коэффициентов фильтра

* Частота радиоимпульсов в этом файле данных равна 0.2 от частоты Найквиста. Пересчитать это в радианы на отсчет и сохранить полученное значение ω0 в переменной, например, с идентификатором w0.
* Создать переменную для хранения коэффициента a2 (например, с идентификатором a2) и присвоить ей значение −0.9.
* Исходя из значений ω0 и a2, рассчитать в соответствии с формулой (1) остальные коэффициенты фильтра: b0, b2 и a1 (значение b1, согласно формуле (1), равно нулю). Сохраните их в виде отдельных переменных или в виде векторов коэффициентов числителя и знаменателя функции передачи фильтра.

**Примечание:** Значения ω0 и a2 в дальнейшем придется многократно менять, поэтому важно, чтобы они были сохранены в виде отдельных переменных, а значения остальных коэффициентов рассчитывались с их использованием.

3.3 Реализация процедуры фильтрации

В этой части работы необходимо реализовать алгоритм дискретной фильтрации для фильтра второго порядка:

|  |  |
| --- | --- |
|  | (2) |

где b0, b1, b2, a1, a2 - коэффициенты фильтра с функцией передачи (1).

* С помощью функции **zeros** создать заполненный нулями массив (например, с идентификатором y) для хранения выходного сигнала. Размер массива должен совпадать с размером массива входного сигнала x.
* Организовать цикл для вычисления отсчетов выходного сигнала:

|  |
| --- |
|  |

Вычисления внутри тела цикла должны реализовывать алгоритм фильтрации (2) с использованием коэффициентов, рассчитанных в п. 2. В формуле (2) используется два предыдущих значения входного и выходного сигналов, поэтому начальное значение счетчика цикла должно быть равно трем.

* Построить график выходного сигнала. Вследствие широкой полосы пропускания резонатора полезный сигнал будет по-прежнему скрыт помехами. Пример графика показан на рис. 4.

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 4 - Выходной сигнал фильтра при очень широкой полосе пропускания |

3.4 Регулировка полосы пропускания фильтра

* Постепенно сужать полосу пропускания фильтра, увеличивая значение a2 и запуская программу заново. Постепенно можно увидеть проявляющийся полезный сигнал. Необходимо подобрать такое значение a2, при котором сигнал хорошо выделяется на фоне оставшихся помех, но еще не сильно искажен. График выходного сигнала фильтра при этом имеет примерно следующий вид (рис. 5).

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 5 - Выходной сигнал фильтра при оптимальном значении полосы пропускания |

Если полоса пропускания будет слишком широкой, искажения полезного сигнала окажутся меньше, но возрастет остаточный уровень помех (рис. 6).

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 6 - Выходной сигнал фильтра при слишком широкой полосе пропускания |

Если, наоборот, полоса пропускания будет слишком узкой, уровень помех снизится, но искажения полезного сигнала окажутся значительными (рис. 7).

|  |
| --- |
|  |
| Рисунок 7 - Выходной сигнал фильтра при слишком узкой полосе пропускания |

* С помощью Приложения определить цифру, переданную в данном сигнале с помощью кода Морзе.

3.5 Получение числовых параметров для проверки

Для проверки правильности выполнения этой части задания необходимо получить следующие параметры:

• переданная кодом Морзе цифра N1 (см. Приложение);

• выбранное значение коэффициента a2;

• длительность элементарного такта кода Морзе M (такт равен длительности точек и пауз между элементами) в отсчетах. Это значение кратно 10 отсчетам, на приведенных в качестве примера графиках оно равно 40.

3.6 Регулировка частоты настройки резонатора

* Загрузить файл данных **lab2\_data2.txt** аналогично тому, как это делалось в п. 1.1.1. Этот сигнал по структуре аналогичен предыдущему, но в нем передается другая цифра на другой несущей частоте. Длительность элементарного такта такая же, как в первом сигнале.
* Меняя частоту настройки резонатора ω0 и запуская программу заново, добиться выделения полезного сигнала из помех (полученный график должен быть похож на рис. 5). Выбранное ранее значение коэффициента a2 менять не нужно.
* С помощью Приложения определить цифру, переданную в данном сигнале с помощью кода Морзе.

3.7 Получение числовых параметров для проверки

Для проверки правильности выполнения этой части задания необходимо получить следующие параметры:

• переданная кодом Морзе цифра N2 (см. Приложение);

• выбранное значение частоты настройки резонатора ω0 , нормированное к частоте Найквиста. Это значение должно быть кратно 0.1

3.8 Рекомендации по оформлению итога работы

Полученные в результате выполнения работы пять числовых результаты необходимо ввести в соответствующие поля формы для ответа:

• N1 — цифра, переданная в первом сигнале (вводится целое число в диапазоне 0…9);

• a2 — выбранное значение коэффициента a2 (вводится значение с двумя знаками после запятой);

• M — длительность элементарного такта кода Морзе (вводится целое число, кратное 10);

N2 — цифра, переданная во втором сигнале (вводится целое число в диапазоне 0…9);

• ω0 — выбранное значение частоты настройки резонатора, нормированное к частоте Найквиста (вводится значение в диапазоне 0…1 с одним знаком после запятой).

# ПРИЛОЖЕНИЕ

Элементами кода Морзе являются точки и тире. Длительность тире в три раза больше длительности точки, пауза между элементами равна длительности точки. В табл. 2.1 приведены коды Морзе для цифр от 0 до 9.

