

ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА №2

Построение цифровых фильтров на микроконтроллерах с ядром ARM с использованием библиотек CMSIS

Цель работы: Научиться применять элементы библиотеки CMSIS при разработке программ для микроконтроллеров STM32F4; научиться строить цифровые фильтры с использованием библиотеки CMSIS.

Расчетная трудоемкость работы: 12 часов.

Предварительное задание: освежить знания о принципе работы и методах построения цифровых фильтров, ознакомиться с назначением и принципом работы библиотек CMSIS

(https://arm-software.github.io/CMSIS_5/DSP/html/modules.html).

1. КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

1.1 Цифровое представление сигналов

Сигнал, представленный в цифровом виде, представляет собой последовательность чисел. Если сигнал изначально имеет аналоговое представление, то требуемую последовательность получают путем оцифровки этого сигнала с помощью АЦП. Для обратного преобразования имеющуюся цифровую последовательность нужно подавать на ЦАП с периодом, соответствующим периоду дискретизации сигнала.

1.2 Библиотека DSP CMSIS

Библиотека CMSIS разработана компанией ARM. Она представляет собой высокоуровневую аппаратно-независимую библиотеку стандартных функций, которые могут быть реализованы на любом микроконтроллере с ядром ARM. Библиотека представляет собой набор файлов с расширением .c, которые содержат готовые программные коды различных функций. Эти функции пользователь может применять в собственной программе, интегрировав соответствующие файлы в собственный проект.

Раздел DSP_Lib содержит функции, предназначенные для цифровой обработки сигналов. Сюда входят операции фильтрации, преобразования Фурье, работа с комплексными числами и матрицами, тригонометрические функции, функции математической статистики и т.д. В текущей лабораторной работе мы изучим раздел, посвященный работе с цифровыми фильтрами.

1.3 Построение цифровых фильтров с использованием CMSIS

Функции работы с цифровыми фильтрами приведены в директории *CMSIS\DSP_Lib\Source\FilteringFunctions*. Файлы с расширением *.c* содержат программный код для реализации различных цифровых фильтров.

Удобство библиотеки CMSIS состоит в том, что она имеет встроенные примеры применения функций. Пример применения цифрового фильтра приведен в файле, расположенном в директории *CMSIS\DSP_Lib\Examples\arm_fir_example*. Файл *arm_fir_example_f32.c* содержит код, в котором реализован цифровой фильтр с конечной импульсной характеристикой (finite impulse response, FIR), а файл *arm_fir_data.c* содержит данные, которые можно использовать для проверки и демонстрации работы фильтра. Эти данные представляют собой цифровой сигнал, в котором смешаны две синусоиды с частотой 1 кГц и 15 кГц. При пропускании такого сигнала через фильтр нижних частот, на выходе остается только сигнал с частотой 1 кГц.

2. ПРОГРАММА РАБОТЫ

2.1 Изучите ассортимент функций цифровой фильтрации сигналов, содержащиеся в каталоге *DSP_Lib\Source\FilteringFunctions*.

2.2 Изучите встроенный пример применения цифровых фильтров, расположенный в каталоге *CMSIS\DSP_Lib\Examples\arm_fir_example*.

2.3 Напишите программный код, в который будет интегрирован цифровой фильтр из примера. Продемонстрируйте работу примера, выведя на ЦАП сначала исходный сигнал, а затем обработанный сигнал.

2.4 Изучите уравнение фильтра, определите назначение коэффициентов и их влияние на частоту среза и крутизну АЧХ.

3. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Название и программа работы.
2. Задание
3. Код программы с подробными комментариями
4. Выводы по работе

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что представляют собой элементы библиотеки CMSIS? В виде каких файлов они содержатся в среде?
2. Как использовать функции библиотеки CMSIS в собственном проекте?
3. Как узнать, какие функции содержит данная библиотека CMSIS?
4. Как узнать, какие входные или выходные переменные необходимо указать для определенной функции библиотеки?