

# ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКЕ СИГНАЛОВ

*Киселева В.А., Брагина А.Д.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Торгаев С.Н., доцент кафедры промышленной и медицинской электроники*

**Аннотация** – В данной работе представлены результаты разработки программно-аппаратного комплекса для изучения принципов работы цифровой фильтрации аналоговых сигналов. Приведено подробное описание разработанной программы по расчёту различных типов цифровых фильтров. В статье приведены примеры реализации цифровых полосового и режекторного фильтров.

**Ключевые слова** – цифровая обработка сигналов, цифровой фильтр, свертка, микроконтроллер.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время цифровая обработка сигналов находит широкое применение в различных отраслях техники и науки. К данным отраслям можно отнести цифровое телевидение, биомедицинские технологии, обработка звука и видео и т.д. Следовательно, на данный момент инженерам – электронщикам необходимо обладать принципами цифровой обработки сигналов.

Данная работа посвящена разработке программно-аппаратного комплекса по изучению и реализации различных цифровых фильтров. Разработанный комплекс содержит программу по расчету цифровых фильтров, отладочный макет на основе микроконтроллера STM32F407VG, а также плату с набором нескольких тестовых сигналов. С помощью данного комплекса студенты смогут получить практические навыки, связанные с цифровой обработкой сигналов.

## ПРОГРАММА РАСЧЕТА ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ

Программа по расчету цифровых фильтров разработана с помощью среды программирования Delphi. Внешний вид программы представлен на рис. 1.

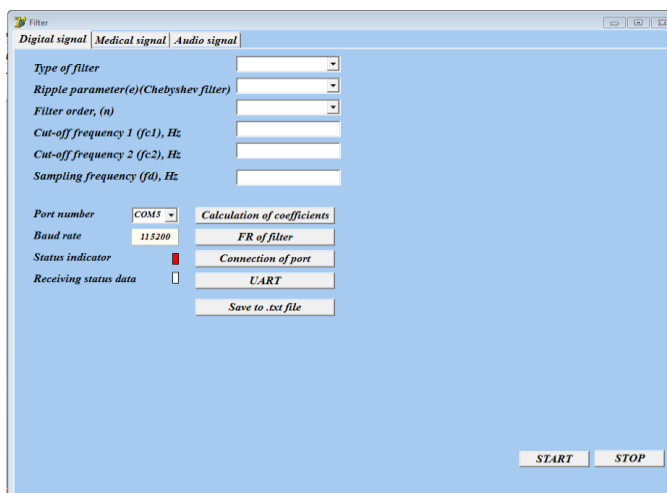


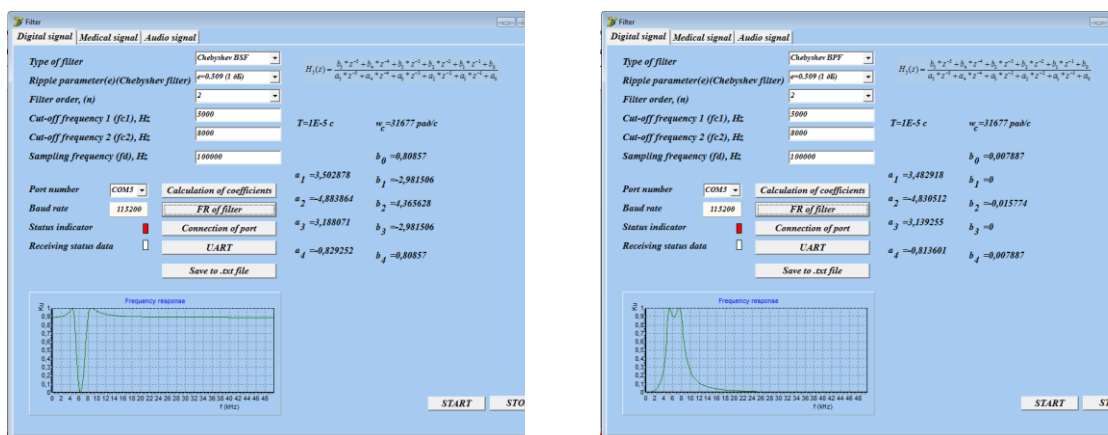
Рис. 1. Программа расчета цифровых фильтров

Программа, изображенная на рис.1, содержит в себе вкладку, позволяющую производить расчет цифровых полосовых и заградительных фильтров различного порядка (от 1 до 3). Вторая вкладка необходима для реализации алгоритмов обработки биомедицинских сигналов.

Расчет фильтра производится посредством определения его коэффициентов и отправки их в микроконтроллер. Исходными данными для определения коэффициентов являются: тип фильтра, порядок фильтра, частота дискретизации, частоты среза, а также коэффициент неравномерности для фильтров Чебышева. После расчета коэффициентов требуемого фильтра, программа реализует построение графика амплитудно-частотной характеристики. Для того, чтобы проверить и реализовать необходимый фильтр, на вкладке находится блок асинхронной передачи данных по UART в микроконтроллер. При нажатии кнопки UART осуществляется передача в микроконтроллер (с использованием виртуального СОМ-порта) коэффициентов фильтра, а также частоты дискретизации. Кроме того, на вкладке существует индикатор, позволяющий отследить, принял ли микроконтроллер данные по UART или нет. Для того, чтобы запустить или остановить процесс фильтрации на вкладке располагаются соответственно кнопки «Старт» и «Стоп». При нажатии клавиши «Старт», микроконтроллер начинает принимать коэффициенты фильтра и производить фильтрацию, а по нажатию на «Стоп» прекращает работу таймера, ЦАП и АЦП, что приводит к остановке процесса фильтрации.

На рис. 2 представлен внешний вид программы расчета для заградительного фильтра Чебышева 2-го порядка (рис. 2а) и полосового

фильтра Чебышева 2-го порядка (рис. 2б) с неравномерностью передачи 0.509 и частотами среза 5кГц и 8кГц.



а)

б)

Рис. 2. Внешний вид программы расчета для заградительного фильтра Чебышева 2-го порядка (а) и полосового фильтра Чебышева 2-го порядка (б) с неравномерностью передачи 0.509 и частотами среза 5кГц и 8кГц.

Как видно на рис.2. программа рассчитала коэффициенты фильтра, а уже затем по полученным данным построила амплитудно-частотную характеристику, соответствующую выбранному фильтру.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ЦИФРОВЫХ ФИЛЬТРОВ

Для проверки работы цифровых фильтров была использована плата расширения с различным набором тестовых сигналов

На рис. 3 (а, б) представлены осциллограммы напряжения на выходе цифро-аналогового преобразователя микроконтроллера при входном синусоидальном сигнале с частотами 7.3 и 20 кГц и параметрах цифрового заградительного фильтра, отображенного на рис.2а. Видно, что при данной полосе пропускания от 5-8 кГц, входной сигнал с частотой 7.3 кГц подавляется, а сигнал с частотой 20 кГц пропускается.

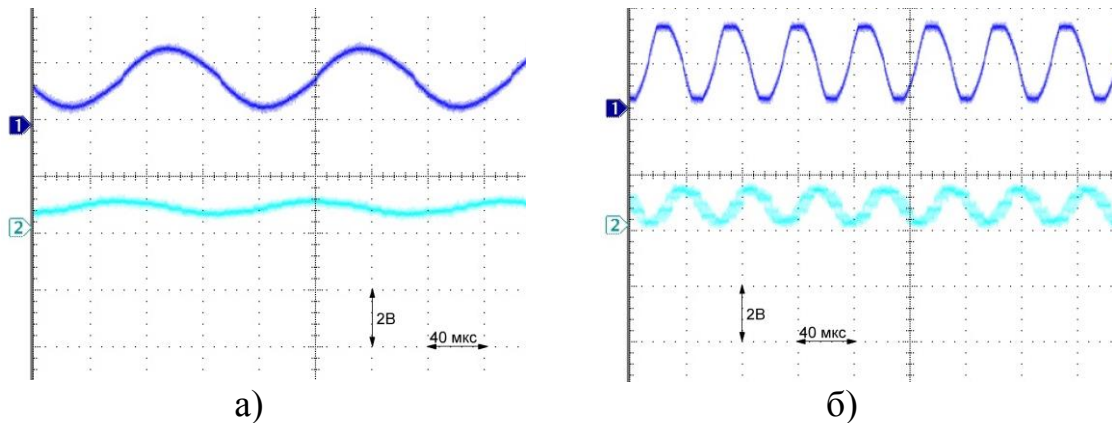


Рис. 3. Осциллограммы синусоидального сигнала: а) частота входного сигнала 7.3 кГц, б) частота входного сигнала 20 кГц.

На рис. 4 (а, б) представлены осциллограммы напряжения на выходе цифро-аналогового преобразователя микроконтроллера при входном синусоидальном сигнале с частотами 7.3 и 20 кГц и параметрах цифрового полосового фильтра, отображенного на рис.2б. Видно, что при данной полосе пропускания от 5-8 кГц, входной сигнал с частотой 7.3 кГц пропускается, а сигнал с частотой 20 кГц заграждается.

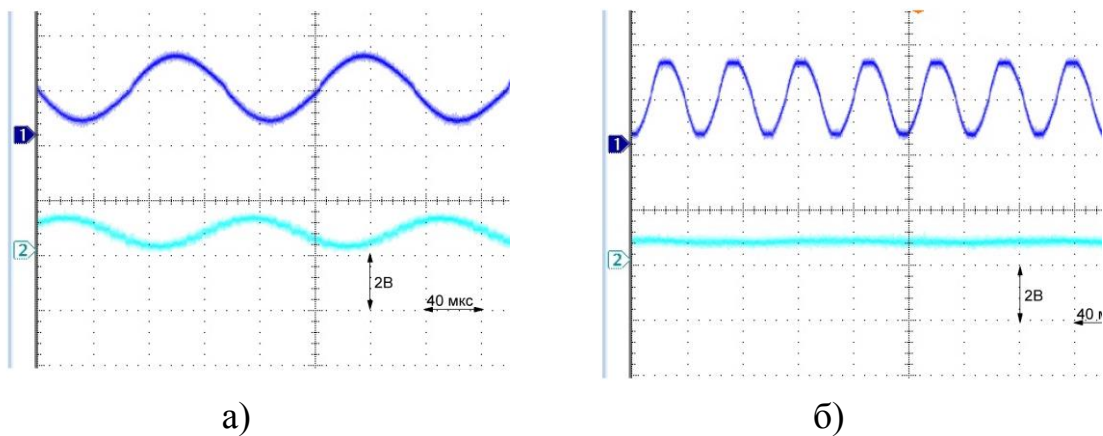


Рис. 5 Осциллограммы синусоидального сигнала: а) частота входного сигнала 7.3 кГц, б) частота входного сигнала 20 кГц.

Таким образом, представленный алгоритм работы микроконтроллера позволяет реализовывать цифровые фильтры различных типов с возможностью автоматической подстройки параметров фильтра.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанный программно-аппаратный комплекс позволяет рассчитывать коэффициенты различных цифровых фильтров, а так же

позволяет реализовать отправку данных расчета в микроконтроллер посредством виртуального СОМ-порта.

Таким образом, существует возможность создания систем цифровой фильтрации с автоматической перестройкой параметров.

### **Список информационных источников**

1. Математические основы обработки сигналов: учебное пособие / О.С. Вадутов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 212 с.

2. Основы программирования в Delphi 7 / Н. Б. Культин. — СПб.: БХВ-Петербург, 2007. — 598 с.: ил. + CD-ROM. — Самоучитель. — Предметный указатель: с. 595-598. — ISBN 978-5-94157-269-4.

3. Delphi 7 : Справочное пособие / А. Я. Архангельский. — Москва: Бином-Пресс, 2003. — 1024 с.: ил. — Предм. указ.: с. 1005-1022. — ISBN 5-9518-0027-7.

## **РАЗРАБОТКА ШИНЫ-ВОРОТНИКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРОЦЕДУРЫ СЕРДЕЧНО-ЛЕГОЧНОЙ РЕАНИМАЦИИ**

*Комюстюрова А.С.<sup>1</sup>, Киселева Е.Ю.<sup>2</sup>, Куцов М.С.<sup>2</sup>*  
<sup>1</sup>Томский политехнический университет, г. Томск,  
<sup>2</sup>Томский государственный университет, г. Томск  
*Научный руководитель Жданов Д.С.<sup>2</sup>, к.т.н., м.н.с.*

Одной из основных стратегических задач системы здравоохранения Российской Федерации является снижение смертности населения [1]. Достижение этой цели немыслимо без участия службы скорой медицинской помощи. В 2013 году вышел приказ Минздрава РФ [2], согласно которому станции скорой помощи, отделения скорой помощи поликлиник и больниц должны иметь как минимум одно «устройство контроля качества непрямого массажа сердца с голосовыми подсказками».

Существующие аналоги [3-7] оценивают правильность проводимых реанимационных мероприятий лишь по косвенным признакам – оценивается степень компрессии грудной клетки по силе нажатия на нее. В то время как анализ состояния реанимируемого во время СЛР не производит ни одно из вышеперечисленных устройств.

Коллективом авторов было разработано устройство для контроля процедуры СЛР, позволяющее оценивать действия реаниматора по