

РЕГИСТРАТОР ВИБРАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ НА ОСНОВЕ ВСТРАИВАЕМОЙ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ СИСТЕМЫ

Бранцевич П.Ю., Лапицкая Н.В., Леванцевич В.А.
Кафедра программного обеспечения информационных технологий,
Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
Минск, Республика Беларусь
E-mail: branc@bsuir.edu.by, lapan@bsuir.by, lvn@bsuir.by

Анализируются технические средства контроля вибрационного состояния технических объектов. на длительном интервале времени. Обосновывается применение недорогих регистраторов вибросигналов. Предлагается архитектура микроконтроллерной встраиваемой системы для построения регистратора вибросигналов. Описываются особенности её аппаратной и программной реализации.

ВВЕДЕНИЕ

Одним из важнейших параметров, характеризующих состояние технических объектов, являются параметры вибрации, причем при длительном безостановочном функционировании технического объекта требуется непрерывное наблюдение за его вибрационным состоянием. Поэтому актуальной является задача создания приборов и систем, способных фиксировать и обрабатывать вибрационные сигналы на длительном интервале времени [1].

I. АНАЛИЗ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Простейшими приборами для оценки уровня вибрации механизмов с вращательным движением являются виброметры, измеряющие среднее квадратическое значение механических колебаний в частотном диапазоне 10 - 1000 Гц или на некоторых фиксированных частотах. Виброметры позволяют сделать общую оценку вибрационного состояния, однако они дают очень мало информации для целей диагностики.

Значительно более совершенными приборами являются спектральные анализаторы, позволяющие получить спектральный состав исследуемых вибросигналов. Такие приборы позволяют получить информацию для формулирования значительного числа диагностических признаков. Но они, в подавляющем большинстве, предназначены для проведения периодических обследований, что таит в себе опасность пропуска дефектов, проявляющих себя лишь на коротких временных интервалах с неопределенной периодичностью [2].

Одними из наиболее совершенных систем являются многоканальные стационарные измерительные комплексы. Они позволяют получать информацию различного типа при непрерывной работе и сохранять полученные данные, а также осуществлять функции предупредительной сигнализации и защиты. Такой режим работы позволяет комплексно контролировать состояние объекта и выявлять даже редко происходящие аномальные ситуации, что позволяет выявлять зарождение дефектов на самых ранних стади-

ях. Но такие системы имеют относительно высокую стоимость [2]. Поэтому актуальным является использование недорогих регистраторов вибрационных сигналов, позволяющих фиксировать вибросигналы на длительном временном интервале и сохранять их на носителе или передавать по определенному интерфейсу в мобильную или стационарную вычислительную систему для последующей обработки, анализа и принятия решений о техническом состоянии объекта.

Для этих целей удобно использовать микроконтроллерные системы на кристалле, например такие как, Atmel, Stm, ESP, и др. Данные системы построены по Гарвардской архитектуре, имеют RISC-процессор, широкий набор специализированных, периферийных устройств и низкое энергопотребление. Все это позволяет использовать микроконтроллеры для решения различных задач [3].

II. РЕАЛИЗАЦИЯ

Для разработки аппаратного модуля регистрации вибрационных сигналов к нему должны быть определены следующие основные технические требования:

1. Частотный диапазон исследуемого вибросигнала: 1 – 10000 Гц;
2. Амплитудный диапазон регистрируемых вибросигналов в единицах виброускорения: 0,1 – 1000 м/с²;
3. Количество каналов: – 1;
4. Разрядность цифроаналогового преобразователя: не менее 12 разрядов;
5. Максимальная частота дискретизации: не менее 25 кГц;
6. Относительная погрешность измерений определяется характеристиками применяемых виброизмерительных преобразователей и не должна превышать по абсолютной величине 10%;
7. Промежуточное сохранение результатов измерений на SD-карту;
8. Поддержка файловой системы FAT;

9. Поддерживаемые интерфейсы передачи данных: Serial, USB, Bluetooth, WI-FI;
10. Способы управления: автономный, внешний;
11. Питание: от внешнего бока питания и от аккумулятора.

На основе анализа технических характеристик и стоимости микроконтроллеров различных производителей было принято решение использовать микроконтроллер Stm32F103 компании STMicroelectronics, на базе процессора Cortex M3, установленного на плату прототипирования STM Nucleo board [3]. Структурная схема регистратора приведена на рисунке 1.

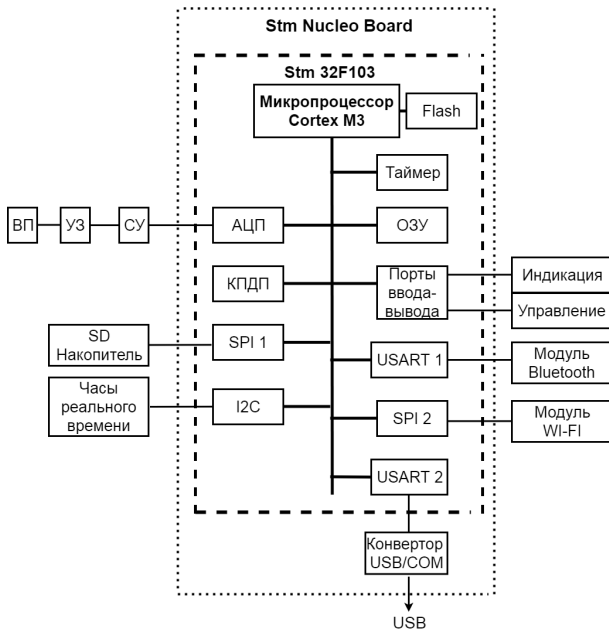


Рис. 1 – Структурная схема регистратора.

В состав регистратора входят следующие основные блоки:

- ВП – вибрационный преобразователь;
- УЗ – усилитель заряда;
- СУ – согласующий усилитель;
- АЦП – аналого-цифровой преобразователь;
- КПДП – контроллер прямого доступа к памяти;
- ОЗУ – оперативное запоминающее устройство данных;
- Flash – постоянная перепрограммируемая память команд;
- SPI, USART – контроллеры интерфейсов SPI, USART;
- Конвертор USB/COM – преобразователь интерфейсов USB/COM;
- Порты ввода/вывода – для подключения пульта управления и индикатора.

Микроконтроллер имеет встроенный 12-битный аналого-цифровой преобразователь с управляемой таймером частотой дискретизации до 1МГц. Наличие контроллера прямого доступа к памяти позволяет записывать данные с АЦП сразу в ОЗУ.

В качестве накопителя данных применяется внешний модуль SDCard, подключаемый к SPI-интерфейсу микроконтроллера. Для записи данных на SDCard используется библиотека Fatfs. Необходимый объем карты памяти можно приблизительно оценить исходя из того, что для записи 10 минут сигнала при частоте дискретизации АЦП 25кГц, требуется около 30 мегабайт памяти SDCard.

Таймер реального времени позволяет фиксировать текущее время, а также задавать временные интервалы регистрации вибросигналов. Управлять регистратором можно как с помощью пульта управления, так и с мобильной вычислительной системы. Для дальнейшей обработки оцифрованных сигналов они могут быть переданы на мобильную или стационарную вычислительную систему.

Регистратор обеспечивает передачу данных по интерфейсам: USB, Bluetooth в побайтном и пакетном режиме.

В пакетном режиме для определения начала и конца пакета используются специальные разделители (байт-стаффинг), а также формируется и передается контрольная сумма для проверки целостности пакета. Пакеты делятся на два типа: управляющие и пакеты данных. Управляющие пакеты содержат поле типа команды, которую надо выполнить в регистраторе.

К управляющим пакетам относятся:

- пакеты работы с файловой системой SD-карты регистратора FatFs, которые передают команды создания, открытия, записи, чтения, удаления файлов;
- пакеты работы с системным временем регистратора, передающие команды установки и получения системного времени регистратора;
- пакеты для управления устройствами регистратора.

На стороне регистратора программное средство разработано на языке C в среде Cude MX.

III. ВЫВОДЫ

Использование регистратора позволяет накапливать вибрационные сигналы на длительном промежутке времени и фиксировать изменения вибрационного состояния технического объекта.

IV. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неразрушающий контроль. Справочник. Том 7. Книга Вибродиагностика /Ф.Я. Балицкий и др. М.: Машиностроение, 2005. – 485 с.
2. Бранцевич, П. Ю. Компьютерные системы и комплексы обработки вибрационных сигналов / П. Ю. Бранцевич. – Минск: Бестпринт, 2023. – 282 с.
3. STMicroelectronics. [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: URL:<https://www.st.com/en/evaluation-tools/stm32-nucleo-boards.html>