



8. Пономарева О.В., Алексеев В.А., Пономарев А.В. Быстрый алгоритм измерения спектра действительных сигналов методом апериодического дискретного преобразования Фурье // Вестник Ижевского Государственного Технического Университета имени М.Т.Калашникова. 2014.- №2.(62). -С. 106-109.
9. Пономарева О.В. Измерение спектров комплексных сигналов на конечных интервалах методом апериодического дискретного преобразования Фурье// Интеллектуальные системы в производстве. 2014.- №1 (23).- С. 100-107.
10. Пономарева О.В., Пономарев А.В., Пономарева Н.В. Метод быстрого вычисления дискретного преобразования Фурье действительных последовательностей// Цифровая обработка сигналов. 2013. -№ 2. -С. 10-15.
11. Пономарева О.В., Пономарева Н.В. Модификация фильтра на основе частотной выборки для решения задач цифровой обработки случайных процессов со скрытыми периодичностями //Интеллектуальные системы в производстве. 2012.- №2 (20). -С. 122-129.
12. Пономарева О.В. Вероятностные свойства спектральных оценок, полученных методом параметрического дискретного преобразования Фурье //Интеллектуальные системы в производстве. 2010. -№2 (16).- С.36-41.
13. Алексеев В.А., Пономарев В.А., Пономарева О.В. Методология определения погрешностей измерения вероятностных характеристик случайных процессов, реализуемых процессорными измерительными средствами //Интеллектуальные системы в производстве. 2010.- №2 (16). -С. 91-99.
14. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Модификация дискретного преобразования Фурье для решения задач интерполяции и свертки функций // Радиотехника и электроника. 1984.- Т.29.- №8.-С. 1561-1570.
15. Пономарев В.А., Пономарева О.В. Временные окна при оценке энергетических спектров методом параметрического дискретного преобразования Фурье // Автометрия. 1983.-№4.-С.39-45.

М.А. Петровский, А.В. Кузьмин

## ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ В ЭКГ-СЕНСОРЕ НА ОСНОВЕ SOC

(Пензенский государственный университет)

Одним из важнейших элементов мобильных систем мониторинга состояния сердца является ЭКГ-сенсор. Для реализации ЭКГ-сенсора используются интегральные схемы, которые объединяют в себе как аналоговые, так и цифровые элементы, так называемые «системы-на-кристалле» (System-on-chip, SoC). В линейке продукции ведущих мировых производителей электронных компонентов присутствуют SoC для различных медицинских устройств, в частности для регистрации физиологических сигналов человека, в.т.ч. ЭКГ.



Современные мобильные системы мониторинга включают ЭКГ-сенсор и мобильное вычислительное устройство, связанные между собой беспроводным каналом передачи данных [1].

Для организации работы и управления отдельными блоками датчика необходима разработка программной части. Программное обеспечение присутствует как в ЭКГ-сенсоре, так и в мобильном вычислительном устройстве в которое передаются данные.

Программируемые вычислительные мощности ЭКГ-сенсора располагаются в блоке микроконтроллера. Он осуществляет управление работой Analog Front-End (AFE) чипом и приемопередачей сигнала и команд от мобильного устройства. Поскольку оцифровка сигнала происходит в AFE, то микроконтроллер работает исключительно с цифровым сигналом. Рассмотрим задачи, необходимые для реализации в микроконтроллере сенсора:

- организация связи между ЭКГ AFE и самим микроконтроллером передатчика. Обычно для этого используются стандартные протоколы взаимодействия в микропроцессорных устройствах – SPI (Serial Peripheral Interface) или I2C (Inter-Integrated Circuit), реже другие

- взаимодействие с приемо-передающим модулем, для этого организуется специальный программный буфер обмена. Для уменьшения объема передаваемых данных с целью понижения энергетических расходов передатчика, и в связи с ограниченной пропускной способностью радиоканала, передаваемый сигнал требуется сжать. Для этого его необходимо обработать и разбить на необходимые пакеты.

- управление работой всего ЭКГ-сенсора и AFE, в частности. Это подразумевает взаимодействие с пользователем посредством интерфейса (кнопок, дисплея, сенсоров, звуковых сигналов), выбор необходимых настроек работы (как вручную, так и автоматически), контроль исправности и соблюдения условий работы устройства.

На Рисунке 1 изображена схема организации программного обеспечения кардиоанализатора. Работа должна быть организована на двух уровнях:

- низкий аппаратный уровень представляет собой непосредственно работу с регистрами микроконтроллера, радиомодулей и AFE;

- высокоуровневый интерфейс, необходим для обработки и анализа сигнала, его отображения, взаимодействия с пользователем используется средства операционной системы мобильного устройства через интерфейс прикладного программирования - API (application programming interface).

Для организации работы низкого уровня требуется создание программы для микроконтроллера, обычно для этого используется язык программирования С. Для проектирования приложения в мобильном устройстве используются различные средства разработки, в зависимости от операционной системы (ОС) устройства. Наиболее распространенными системами на данный момент являются Android и iOS [2]. Имеет смысл разрабатывать приложения для обеих систем. В случае использования в качестве мобильного устройства ноутбука, необходима разработка полноценного приложения для ОС Windows.



Рисунок 1 – Схема организации программного обеспечения

Рассмотрим подробнее программный уровень микроконтроллера. Простейший алгоритм его работы будет заключаться в сквозной передаче данных между входным и выходным буферами. В качестве входного буфера будет использоваться специальные регистры интерфейса связи с AFE. Обычно производитель контроллера дает возможность выбора количества входных каналов и их типа – SPI, i2c, FireWire и др. Для них в контроллере выделяются специальные регистры, в зависимости от типа интерфейса они могут иметь разное количество разрядов и определенные флаги. Типичный размер регистра 8+2 бита на прием и столько же на передачу.

Для передачи информации между устройствами, данные должны быть представлены определенным образом. Для каждого беспроводного протокола существует свой тип взаимодействия, например для Bluetooth 4.0-5.0 взаимодействие осуществляется с помощью специальных профилей, где данные представлены в виде атрибутов [3]. В протоколе ANT полезные данные передаются через Data Pages – страницы данных [4]. В зависимости от выбранного протокола конечная упаковка данных в пакеты для передачи будет разной.

Для определения наличия полезного сигнала и определения его качества в программе микроконтроллера должна присутствовать соответствующая функ-



ция. При возникновении проблем с ЭКГ сигналом она будет подавать управляющие команды на SoC. Взаимодействие ЭКГ сенсора с пользователем будет осуществляться с помощью кнопок и звуковых сигналов, поэтому необходима разработка функций нажатия кнопок и управления звуком.

Взаимодействие операционной системы мобильного устройства с модулем приемопередатчика осуществляется через API команды, низкоуровневого программирования не требуется. Для хранения всех поступающих данных в мобильном устройстве необходимо создания буфера. В качестве устройства хранения может выступать внутренняя память или съемные устройства, такие как SD-карта.

### Литература

1. Статистика мобильных операционных систем от компании NetMarketShare [Электронный ресурс] / netmarketshare.com: официальный сайт netmarketshare. - URL: <https://netmarketshare.com> (дата обращения 24.03.2018).

2. Bluetooth Core Specifications [Электронный ресурс] / [www.bluetooth.com](http://www.bluetooth.com): официальный сайт Bluetooth SIG - URL: <https://www.bluetooth.com/specifications/bluetooth-core-specification> (дата обращения 24.03.2018).

3. Основы архитектуры ANT [Электронный ресурс] / [www.thisisant.com](http://www.thisisant.com): официальный сайт ANT+ Alliance. - URL: <https://www.thisisant.com/developer/ant/ant-basics/> (дата обращения 24.03.2018).

4. Kuzmin A. Mobile Heart Monitoring System Prototype Based on the Texas Instruments Hardware: Energy Efficiency and J-point Detection [Текст] / A. Kuzmin, M. Safronov, O. Bodin, M. Petrovsky, A. Sergeenkov // International Journal of Embedded and Real-Time Communication Systems. – 2016. - Volume 7. - Issue 1. – С. 64-84.

Т.С. Сафаров, Ш.У. Ураков, Р.А. Собиров

### АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОТОКА В УСЛОВИЯХ ЕДИНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СРЕДЫ КЛИНИКИ

(Самаркандский медицинский институт, Самаркандский филиал Ташкентского университета информационных технологий)

Автоматизация здравоохранения, в том числе на уровне лечебно-профилактического учреждения (ЛПУ), связана с созданием единой информационной среды (ЕИС) ЛПУ. Создание ЕИС ЛПУ для повышения эффективности процесса лечения даст возможность:

1) быстрого доступа к информации относительно результатов анализов и обследования пациента, истории болезни и т.д.;