

# РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПОДАЧИ ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ С ВРЕМЕННОЙ СИНХРОНИЗАЦИЕЙ

Д.А. Джевага, Б. В. Шишлин

Тольяттинский филиал самарского государственного  
аэрокосмического университета (ТФ СГАУ), г. Тольятти

В современном мире осуществление любых высокотехнологичных операций невозможно без использования точной временной синхронизации. Существует множество объектов, для которых система единого времени жизненно необходима. К таким объектам относятся:

- системы телеметрии (системы военного и космического назначения);
- оборудование транспортных сетей (аэропорты, ж/д станции);
- автоматизированные системы управления технологическими процессами;
- учебные заведения;
- банки и системы электронной коммерции;
- серверы биллинга и баз данных и т.д.

Использование источника точного времени позволяет синхронизировать моменты начала и конца какого-либо процесса, что необходимо, например, при тарификации в соответствии со временем суток, при проведении процедур управления технологическими процессами, процедур, связанных с подтверждением приема/передачи электронной подписи, совершении транзакций, при управлении звонками по расписанию в школах и других учебных заведениях и т.д.

Достаточно распространенным методом является синхронизация с помощью компьютерной сети Интернет. Этот способ лишен многих недостатков, но требует привязки к ПК и регулярного подключения к глобальной сети. Независимой от интернета является синхронизация времени по радиоканалу. На территории РФ точное время передается:

- в составе сигналов телевидения и радиовещания (ОРТ, Маяк);
- в составе эталонных сигналов частоты и времени специализированных радиостанций (РБУ, РТЗ, РВМ);
- спутниками глобальных навигационных систем GPS и ГЛОНАСС.

В настоящее время системы ГЛОНАСС и GPS являются самыми надежными техническими средствами для высокоточной передачи времени. Их сигналы уверенно принимаются на всей территории РФ, что нельзя сказать о сигналах специализированных радиостанций. Кроме того, использование спутниковых систем навигации в качестве источника синхронизации позволяет получить высокую точность (точность привязки времени к единому координированному составляет +/-100нс при использовании аппаратного сигнала 1PPS). Высокая точность времени GPS и

ГЛОНАСС объясняется тем, что их работа основана на точном измерении временных промежутков. Неточность хода часов всего в одну тысячную секунды приводит к ошибке определения координат более чем на 250 км! Поэтому часы навигационных приемников с высокой точностью синхронизированы с атомными часами спутников.

В Тольяттинском филиале самарского государственного аэрокосмического университета была решена задача автоматизации подачи звонков по расписанию. Первоначально такая система была реализована с использованием синхронизации по сигналам точного времени, передаваемых радиостанцией «Маяк» в УКВ диапазоне [1]. Однако данная система в процессе эксплуатации показала низкую надежность синхронизации в условиях высокого уровня атмосферных и промышленных помех.

На отечественном рынке представлен широкий спектр технических решений по синхронизации времени и часофикации. Это всевозможные серверы времени, часовые станции, генераторы точного времени и частоты. Основным недостатком таких систем является узкая специализация устройства под определенную конечную задачу в случае завершенной системы, либо незаконченность и необходимость применения дополнительных технических средств в случае универсальных модулей. Например, часовая станция ЧС-2-06 производства НПП «Электронные табло», специально разработанная для использования в учебных заведениях, имеет функцию включения звонка по расписанию. Но при этом в качестве звонка может подключаться только стандартный электромеханический звонок громкого боя. При этом стоимость устройства составляет 6 тыс.руб. + 6 тыс.руб. при подключении модуля GPS для синхронизации. Универсальный модуль - радиосервер точного времени РСТВ-01-01 «НПФ Прорыв» позволяет подключать синхронизируемые устройства через порты Ethernet, RS 422, RS-232. Цена устройства – 54 тыс. руб. В большинстве случаев модули синхронизации времени через системы GPS/ГЛОНАСС требуют подключения внешнего антенно-усилительного устройства. В случае радиосервера РСТВ-01-01 стоимость внешней антенны с усилителем составляет 7 тыс. руб.

**Ввиду высокой стоимости существующих систем и их неспособности самостоятельно решить поставленную задачу, был разработан собственный модуль точного времени с подачей звуковых сигналов по расписанию.**

Отличительными особенностями разработки являются:

- встроенная GPS антенна;
- синхронизация времени по сигналу GPS;
- в качестве звонка может быть использован произвольный звуковой файл формата mp3;

- мелодия звонка хранится на стандартной карте памяти SD (используется в большинстве фотоаппаратов) и может быть легко изменена копированием нового звукового файла с компьютера (в аналогичных устройствах мелодия записана в ПЗУ и при ее смене требуется обновление прошивки с использованием специализированных технических средств);
- текущее время и сведения о качестве источника синхронизации (количество спутников в захвате приемника GPS) отображаются на графическом дисплее;
- конфигурация модуля и изменение расписания осуществляется через удобное текстово-графическое меню настроек (выбор часового пояса, включение автоматической коррекции летнего времени, ограничение длительности мелодии звонка, асинхронное включение сигнала звонка и др.);
- переход на летнее время осуществляется автоматически;
- сохранение корректного времени и настроек при отключении питания;
- модуль является полностью законченным и независимым.



Рис. 1. Структурная схема устройства

Основой устройства является 16-разрядный микроконтроллер PIC24FJ128GA006 [2], который по интерфейсу RS-232 через преобразователь уровней получает навигационные данные от OEM GPS модуля EM-411. В составе навигационных данных кроме всего прочего содержится информация о точном времени и количестве спутников в захвате [3]. При воспроизведении звукового сигнала с SD карты памяти считывается mp3 файл и передается на аппаратный декодер vlsi011[4]. Совместимость карты памяти с ПК обеспечивается программной поддержкой файловых систем FAT16/FAT32.

Соблюдение лицензионных соглашений на использование интерфейса SD, файловых систем FAT16/FAT32 а также звукового формата mp3 обеспечивается следующими особенностями устройства:

– карта памяти подключается по интерфейсу SPI, что освобождает от покупки лицензии на фирменный протокол SD [5];

– программа микроконтроллера поддерживает только короткие (8.3) имена в файловых системах FAT, использование длинных имен ограничено лицензией Microsoft [6];

– лицензия на использование технологии mp3, запатентованной Thomson и Fraunhofer распространяется с покупкой микросхемы декодера [4].

Общее питание устройства обеспечивается внешним блоком питания 7-15В, ток потребления составляет всего 100мА (140мА при включенной подсветке индикатора). Модуль GPS имеет встроенный ионистор, который обеспечивает ход часов при отсутствии внешнего питания в течение 10 часов.

Встроенная антенна GPS приемника обеспечивает высокую чувствительность -159dBm, что позволяет уверенно принимать сигнал в помещении.

Результаты проделанной работы можно увидеть в деканате ТФ СГАУ или услышать строго по расписанию.

#### Список использованных источников

1. Виноградов Н.И., Шишлин Б.В.. Пути решения проблемы временной синхронизации устройств на микропроцессорах. //Актуальные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций: Материалы конференции – Самара.: СГАУ. – 2009 – с.210-212.
2. PIC24FJ128GA010 Family Data Sheet 64/80/100-Pin General Purpose, 16-Bit Flash Microcontrollers. 2009. Microchip Technology Inc. Техническая документация.
3. NMEA Reference Manual. 2008 SiRF Technology Inc. Техническая документация.
4. Vlsi1011 Data Sheet. 2007. VLSISolutionOy. Техническая документация.
5. SD Physical Layer Simplified Specification. September 25, 2006. Technical Committee SD Card Association. Техническая документация.
6. Implementing File I/O Functions Using Microchip's Memory Disk Drive File System Library. 2008. Microchip Technology Inc. Техническая документация.

## ВЫДЕЛЕНИЕ ПОЛЕЗНОГО СИГНАЛА В СТОХАСТИЧЕСКОМ КАНАЛЕ СВЯЗИ

А.А. Айзикович, Ю.П. Демаков

Ижевский государственный технический университет, г. Ижевск

Пусть на выход канала связи поступает алфавит  $G = \{x_1, \dots, x_n\}$ , на котором задано распределение вероятностей  $\rho_1 = \rho(x_1), \dots, \rho_n = \rho(x_n)$ .