

# СИНХРОНИЗАЦИЯ ВРЕМЕНИ ВО ВСТРАИВАЕМЫХ СИСТЕМАХ

Мейта Р.В., Першин Е.А., Шамин А.А.

Научный руководитель: д.т.н., доцент каф. ИПС Сонькин М.А.  
Томский политехнический университет, Институт Кибернетики  
theshredingerscat@gmail.com

## Введение

Современное оборудование на базе встраиваемых устройств предполагает присутствие точных системных часов. Накапливающиеся на протяжении длительного промежутка времени ошибки могут приводить к значительным расхождениям между внутренними часами и точным временем, под которым обычно понимается всеобщее скоординированное время UTC (Coordinated Universal Time). Это приводит к необходимости использования внешнего сигнала для корректировки времени устройства.

## Задачи исследования

Отправной точкой для исследования стала задача определения точного времени на бортовых навигационных терминалах, предназначенных для мониторинга средств общественного и частного транспорта. Территориальная разобщенность устройств, а также возможность пересечения наблюдаемыми объектами часовых поясов стали предпосылками для поиска решения автоматической синхронизации времени и часового пояса на устройствах.

## Сетевые протоколы синхронизации времени

Стандартным решением является использование протокола синхронизации внутренних часов NTP (Network Time Protocol) [1]. К особенностям протокола NTP можно отнести учет времени передачи синхронизационного сообщения, позволяющий достигать точности в пределах десятка миллисекунд, а также использование иерархической системы уровней источников времени, где нулевой слой составляют высокоточные приборы определения времени. В общем случае для использования протокола NTP необходимо наличие сервера точного времени. В зависимости от количества и структурной организации клиентов, оптимальным с точки зрения нагрузки на систему будет выбор одного из возможных режимов работы сервера: broadcast, multicast, unicast. Схема синхронизации времени встраиваемых устройств на основе протокола NTP может быть эффективно использована в следующих условиях:

- наличие стабильного канала связи с сервером точного времени,
- наличие программы ntp-клиента на встраиваемом устройстве,
- устройство знает свой часовой пояс.

Для определенного класса встраиваемых устройств требование наличия стабильного канала

связи является сложно выполнимым или невыполнимым из-за специфики их применения. Кроме того, протокол NTP позволяет синхронизировать время только с всеобщим скоординированным временем UTC без привязки к географическому часовому поясу.

## Синхронизация времени по данным GPS/ГЛОНАСС

Альтернативным подходом является использование навигационного сигнала GPS/ГЛОНАСС. Этот подход предполагает использование информации как от специализированных устройств синхронизации времени [2, 3], так и «сырых» навигационных сообщений от GPS/ГЛОНАСС приемника [4].

Если рассматриваемое устройство допускает точность системного времени в пределах 1-2 секунд, то для задачи синхронизации времени можно использовать данные формата NMEA, поступающие от навигационного приемника.

NMEA 0183 (National Marine Electronics Association) — это текстовый протокол для связи морского оборудования между собой. Протокол описывает большой список различных сообщений. Отметка времени присутствует в сообщениях типа RMC, GGA, GLL, генерируемых раз в секунду. Поскольку сообщение типа RMC является рекомендуемым минимумом навигационных данных, содержит поле текущей даты и признак актуальности данных, его можно использовать для синхронизации системных часов устройства. Далее следует описание получения актуальной информации о времени из NMEA потока.

Навигационный приемник с периодичностью раз в секунду выдает ASCII строки, содержащие информацию от спутников системы позиционирования. Навигационный пакет может иметь длину до восьмидесяти символов. В дополнительные три символа входит признак начала пакета «\$» (шестнадцатеричный код 0x24) и группа из двух завершающих пакет символов CR/LF (возврат каретки и перевод строки, шестнадцатеричные коды 0x0D и 0x0A соответственно). После признака начала пакета, идет тело пакета, состоящее из разделенных запятыми полей без пробелов. Поля сообщения состоят из печатных символов ASCII, с кодом меньше 0x7F. Первое поле — это всегда тип сообщения, представляется несколькими символами латинского алфавита. Идентификаторы «GP» и «GL» обозначают данные от спутниковых группировок GPS и ГЛОНАСС соответственно.

Количество дополнительных полей определяется типом навигационного сообщения. Конец навигационного пакета может быть идентифицирован по наличию разделительного символа «\*» (шестнадцатеричный код 0x2A), после которого следует контрольная сумма длиной в один байт, которая представлена в виде двух шестнадцатеричных цифр. Контрольная сумма рассчитывается при помощи операции «исключающее ИЛИ» для всех байт строки символов между «\$» и «\*».

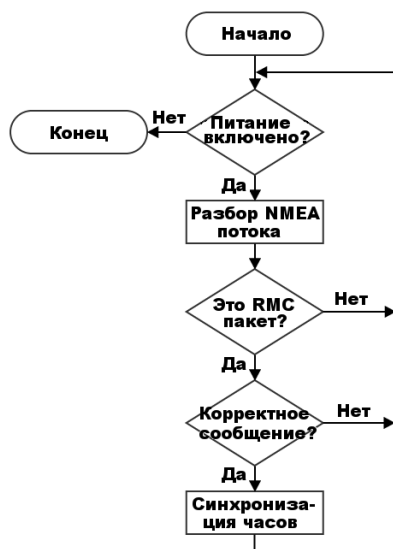


Рис. 1. Синхронизация времени по RMC

Сигналом к завершению заполнения текущего навигационного контекста является получение сообщения с типом RMC. После разбора полученных данных происходит выполнение необходимых команд для синхронизации системного времени, формат и структура которых зависят от используемой ОС а так же языка программирования (Рис. 1). Синхронизацию системных часов не обязательно осуществлять по каждому поступившему RMC сообщению. Если работа системы предусматривает минимально допустимый интервал расхождения системного и всеобщего времени, достаточной будет синхронизация по превышению этого интервала.

#### Возможные проблемы

Синхронизация времени позволяет предотвратить возникновение неисправностей в работе встраиваемых устройств, связанных со сбоем системных часов. К таким ошибкам можно отнести невозможность аутентификации устройства при подключении к серверу из-за некорректной метки даты-времени. Однако сам процесс синхронизации часов может вызвать сбой в работе прикладного программного обеспечения. Наиболее уязвимым местом является использование программных таймеров с привязкой к системным часам. На Рис. 2. проиллюстрирована проблема рассинхронизации работы программных

таймеров в момент значительной корректировки часов устройства.

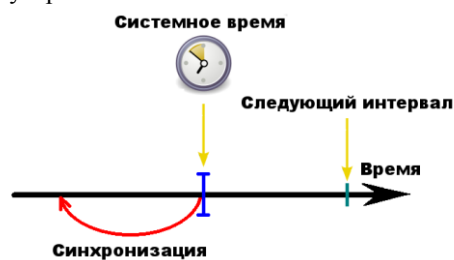


Рис. 2. Рассинхронизация программных таймеров

Если в программном коде встраиваемого устройства применяются временные задержки, основанные на метке времени от системных часов, корректная работа логики устройства может быть нарушена. Для избежания подобного эффекта в следует избегать привязки к системным часам. Например, при программировании на языке C++ использование объекта типа `std::chrono::system_clock` для получения метки времени может быть заменено на использование объекта `std::chrono::steady_clock`, отсчитывающего временные интервалы с момента старта системы.

#### Заключение

Актуальность проблемы синхронизации системных часов определяется прежде всего областью применения встраиваемого устройства. При наличии на устройстве стабильного канала связи с управляющим сервером решением может оказаться применение сетевых протоколов синхронизации времени. Подход на основе синхронизации системных часов по навигационному приемнику отличается простотой в реализации и автономностью применительно к задачам мониторинга транспортных средств с нестабильным или отсутствующим соединением.

#### Список использованных источников

1. D.L. Mills, Network Time Protocol Version 4 Reference and Implementation Guide, University of Delaware, 2006, p. 85
2. О. Пушкарев, "Беспроводная система синхронизации времени на основе сигналов навигационных спутников ГЛОНАСС и GPS," Беспроводные технологии, № 2, 2010, с. 40
3. B. Hellstrom, "GPS-free synchronization of Digital Terrestrial TV and Mobile TV distribution networks," Net Insight AB, Sweden, 2007, p. 9
4. Kang Wang, Yong Hui Hu, Zai Min He, Hong Jiao Ma, "Design and Implementation of IEEE 1588 High Precision Clock Synchronization Based on GPS Time Service," Advanced Materials Research, 2012, pp. 532-533