

# СИСТЕМА ФИКСАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ СОРЕВНОВАНИЙ СКОРОСТНЫХ ВИДОВ СПОРТА

С.П. Миртов

[mirtov-sb@mail.ru](mailto:mirtov-sb@mail.ru)

*Научный руководитель: А.С. Фадеев, заведующий кафедрой АИКС ИК ТПУ*

## Введение

В скоростных видах спорта необходимо измерять время прохождения трассы спортсменом с точностью до тысячных долей секунды, иногда микросекунды отделяют победителя от проигравшего. Кроме того, системы фиксации времени прохождения этапов должны полностью исключать влияние человеческого фактора на измерение времени и на конечный результат. Для этих целей разработаны и применяются различные системы хронометража, однако, большинство таких систем на сегодняшний момент обладают целым рядом недостатков, таких как высокая цена, сложность развертывания, ограничения по длине трассы, отсутствие централизованного хранилища результатов, невозможность учитывать кроме времени дополнительные оценки судей и др. В настоящее время существует высокая востребованность в подобных системах, особенно у небольших спортивных организаций, многие спортивные организации желают приобрести схожие системы автоматической фиксации и обработки результатов, но не могут себе позволить этого в связи с очень высокой стоимостью на рынке.

## Цель работы

Разработать бюджетную систему хронометража, имеющую стоимость, в несколько раз меньше существующих аналогов, а также обладающую следующим набором функций:

- фиксация моментов старта и финиширования спортсмена;
- световая и звуковая индикация состояния оборудования;
- печать результатов;
- возможность разнести стартовый и финишный створ на расстояние до 5 километров;
- автоматическая обработка оценок судей;
- запись данных в журнал;
- передача данных на сервер для централизованной обработки и хранения;
- автоматическая обработка всех результатов;
- отображение результатов на табло в режиме реального времени.

Первые три — базовые функции, которыми обладают большинство представленных на рынке систем хронометража. Разрабатываемое решение должно иметь функции, упрощающие процесс проведения соревнований и отличающие его от существующих аналогов.

## Разработка технической части

При проектировании технической части было принято решение использовать в качестве локальных вычислителей микроконтроллеры реального времени Atmega 328p, а в качестве центрального устройства мультиплексирования, хранения и обработки информации — небольшой веб-сервер на базе свободно распространяемой операционной системы семейства UNIX. Для обеспечения стабильного энергоснабжения используются Li-Po аккумуляторные батареи высокой емкости с термокомпенсацией.

Для обеспечения высокой точности измерения времени прохождения спортсменом трассы от старта до финиша, система хронометража должно иметь встроенные часы высокой точности, не допускающие ошибку больше 1 мс. Кроме того, высокоточные часы должны быть как у стартового блока, так и у финишного с наличием возможности синхронизации.

Проблема заключается в том, что высокая точность времени и внутренние таймеры контроллера Atmega – понятия несовместимые. Для нахождения оптимального пути решения было решено проверить все экспериментально.

В первом эксперименте участвовало два контроллера Atmega 328p, два компьютера, используемые в качестве мониторов серийных портов, макетная плата, две кнопки, соединительные провода. В микроконтроллеры были залиты одинаковые программы, одна кнопка вызывала прерывание одновременно на двух контроллерах. Было использовано два прерывания, одно обнуляла некоторый

счетчик, второе фиксировало значение таймера и отправляло его в серийный монитор. В результате, за пять минут таймеры разных контроллеров расходились на 3 секунды, такое значение погрешности недопустимо.

Во втором эксперименте контроллеры тактировались не от внутренних резонаторов, а от внешних кварцевых резонаторов. Для проведения эксперимента были приобретены два резонатора, четыре конденсатора, также были исправлены FUSE биты, для внешнего тактирования. В остальном эксперимент был схож с предыдущим. В данном эксперименте разность показаний составлял около 2 секунд за 7 минут, чуть лучше, но все еще далеко от желаемой погрешности.

Для проведения третьего эксперимента были приобретены модули реального времени rtc ds3231n. Эти модули снабжены термокомпенсатором, что должно привести к высокой точности. В третьем эксперименте генератор частоты в 32 кГц модуля реального времени был подключен к одному из пинов контроллера, на который было подписано прерывание со счетчиком. В данном эксперименте погрешность составляла около 122 тактов генератора за 2,5 часа. Это очень хороший результат, но в технической документации к данным модулям указана более высокая точность. Так же в этом эксперименте было выяснено, что погрешность зависит не только от времени, но и от количества вызванных прерываний. Мощностей контроллера заметно не хватает.

В четвертом эксперименте было решено сделать гальваническую развязку контроллеров, для этой цели были использованы оптопары, по нажатию кнопки, подавалось напряжение от независимого источника питания на светодиоды оптопар, фототранзисторы замыкались одновременно, вызывая одновременное прерывание на двух контроллерах, при этом контроллеры были полностью изолированы друг от друга, для уменьшения количества случайных срабатываний прерываний. Так же в данном эксперименте было решено заменить внутренние подтягивающие резисторы контроллеров, на обычные термоустойчивые резисторы. Расхождение таймеров на этот раз составляло примерно, 110 тактов за 2,5 часа. Расхождение по-прежнему зависело от количества прерываний, контроллеры обрабатывали прерывания, с различной скоростью, пропуская при этом такты генератора.

В пятом эксперименте был оптимизирован код обработчиков прерываний и код программы в целом, теперь вместо использования стандартных библиотек обращения к регистрам портов велось напрямую. Добавлена программная компенсация дребезга контактов кнопок. Была увеличена скорость передачи данных в последовательный порт. В этом эксперименте была устранена зависимость разности значений таймера от количества прерываний. На этот раз при постоянном вызове прерываний расхождения таймера составляло около 2-3 тактов, что эквивалентно  $9 \cdot 10^{-5}$  секунд, очень хороший результат, однако при долгом простаивании и дальнейшим вызовом прерывания, расхождения таймеров составляло 120–150 тактов.

На сегодняшний день неясна причина данного расхождения, в дальнейшем будут проведены эксперименты с программным понижением частоты генератора импульсов модуля реального времени, если это не приведет к желаемому результату, будет выполнена программная компенсация данного расхождения.

Передача данных о моментах старта и финиша спортсмена будут передаваться между сервером и периферией при помощи GPRS или радиомодемов.

### **Серверная часть**

Для проведения простых соревнований и быстрой обработки результатов необходимо реализовать простой интуитивно понятный интерфейс пользователя. Серверная часть разрабатывается на языке программирования C#, преимущество данного языка заключается в большом наборе готовых решений для работы с базами данных, а также для отображения таблиц.

Задачи сервера:

- конфигурация режимов работы оборудования;
- прием и передача результатов прохождения трассы спортсменом;
- обработка результатов в режиме реального времени;
- прием и обработка данных оценок судей;
- вывод данных на табло;
- организация доступа клиентов к данным;
- печать результатов и протоколов.

Серверная часть, а также мобильные приложения могут быть установлены практически на любые современные компьютеры и телефоны, что избавляет от необходимости покупать специальное оборудование.

### **Заключение**

Для апробации основных принципов работы, а также для уточнения конфигурации необходимого оборудования был собран рабочий прототип, использующий проводные каналы связи. На сегодняшний день ведется отладка беспроводной составляющей передачи данных. В ближайшем будущем будет собран первый беспроводной прототип, а также будет проведена апробация для обсуждения и уточнения рабочих моментов системы с тренерами и спортсменами фристайла Томской области.

### **Список литературы**

1. Блог: программирование микроконтроллеров, настройка UART [Электронный ресурс]. – URL: <http://radioparty.ru/prog-avr/program-c/307-lesson-usart-avr> Режим доступа: свободный (дата обращения: 07.02.2016).
2. Datasheet на микроконтроллер ATmega 328p.
3. Каталог API (Microsoft) и справочных материалов [Электронный ресурс] – URL: <https://msdn.microsoft.com>, режим доступа – свободный.