

26. Лойцянский, Л. Г. Механика жидкости и газа [Текст] / Л. Г. Лойцянский. — М.: Наука, 1987. — 840 с.
27. Fischer, F. A. Fundamentals of Electroacoustics [Text] / F. A. Fischer. — New York: Interscience Publishers Inc., 1955. — 186 p.
28. Blackstock, D. T. Fundamental of Physical Acoustics [Text] / D. T. Blackstock. — New York: John Wiley & Sons, 2000. — 560 p.
29. Prasad, S. A. Analytical Electroacoustic Model of a Piezoelectric Composite Circular Plate [Text] / S. A. Prasad, Q. Gallas, S. B. Horowitz, B. D. Homeijer, B. V. Sankar, L. N. Catafesta, M. Sheplak // AIAA Journal. — 2006. — Vol. 44, № 10. — P. 2311–2318. doi:10.2514/1.19855

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕРАТОРА СИНТЕТИЧЕСКИХ СТРУЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ОТРЫВНЫМИ ТЕЧЕНИЯМИ ТУРБОМАШИН

В статье приведены особенности использования импульсно-периодических систем, которые представлены в виде генераторов синтетических струй и могут использоваться для устранения отрыва потока в лопаточных венцах турбомашин. Предложено использовать генератор синтетических струй с изменяемой геометрией, что позволит задавать величину частоты собственных колебаний системы. Настройка частоты собствен-

ных колебаний системы управления отрывными течениями обеспечит расширения диапазона её эффективной работы, а также увеличит эффективность работы ступеней турбомашин.

Ключевые слова: генераторы синтетических струй, импульсно-периодические системы, лопаточные венцы, отрывные течения, движущий элемент.

Богданов Микола Юрійович, старший викладач, кафедра авіаційних двигунів, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, e-mail: BogdanovNY@gmail.com.

Кірчу Федір Іванович, кандидат технічних наук, доцент, кафедра авіаційних двигунів, Національний авіаційний університет, Київ, Україна, e-mail: fkirchu@gmail.com.

Богданов Николай Юрьевич, старший преподаватель, кафедра авиационных двигателей, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Кирчу Федор Иванович, кандидат технических наук, доцент, кафедра авиационных двигателей, Национальный авиационный университет, Киев, Украина.

Bohdanov Mykola, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: BogdanovNY@gmail.com.

Kirchu Fedor, National Aviation University, Kyiv, Ukraine, e-mail: fkirchu@gmail.com

УДК 654.937

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.46936

Галица В. И.,
Качанов П. А.

РАЗРАБОТКА ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ СРЕДСТВ И МЕТОДОВ ХРОНОМЕТРИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ЭСТАФЕТНЫХ КОМАНД 4 × 100 м

В статье представлены инструментальные средства хронометрирования в беговых видах легкой атлетики, проанализированы их преимущества и недостатки в различных вариантах применения. Описан метод усовершенствования применения данных средств для подготовки национальной эстафетной команды 4 × 100 м в легкой атлетике.

Ключевые слова: электронно-оптические системы, оптический луч, единое временное пространство, оптический створ.

1. Введение

Успехи украинских легкоатлетов на международной арене становятся все менее громкими. И этот факт объясняется объективными причинами. Но есть отдельный вид легкой атлетики, который перечеркивает всю логику спортивного бытия — это эстафетный бег 4 × 100 метров. Украинские спринтеры в мировой таблице о рангах мужского и женского спринта весьма далеки от мировой элиты. И, тем не менее, нашим командам регулярно удается лишать куда более титулованных соперников медалей на крупных международных соревнованиях. Объяснение только одно — правильная методика подготовки при передаче эстафетной палочки и оптимальная связка участников на каждом этапе передачи. Свою лепту вносят и инструментальные средства объективного контроля — электронного хронометража при пробегании атлетами участка дистанции, где выполняется передача [1].

2. Анализ литературных данных и постановка проблемы

Классические электронно-оптические системы измерения времени пробега отрезков дистанции построены на принципе его фиксации в момент пересечения оптического луча пробегающим атлетом. Используются варианты как разнесенной схемы установки излучателя и приемника излучения на финишной линии (рис. 1) [1], так и установки излучателя и приемника в общем корпусе с использованием уголкового отражателя (рис. 2) [2].

Первый вариант позволяет обеспечить как хорошую дальность порядка десятков — сотен метров, так и предсказуемую точность формирования оптической оси. Второй же вариант при меньшей дальности (до 20 м) более технологичен — вся электронная часть с элементами питания и передачи информации расположена в одном корпусе. К тому же упрощается процесс юстировки при установке оборудования. Достаточно

установить уголкового отражателя в нужной точке, не сильно заботясь о выдерживании ортогональности оптической оси относительно поверхности отражателя, а с противоположной стороны финиша направлять луч до момента приема отражения (рис. 3).



Рис. 1. Однолучевой оптический створ. ИК-излучатель и приемник разнесены



Рис. 2. ИК-излучатель и приемник объединены, используется отражатель



Рис. 3. Варианты организации двух лучей на финише

При выполнении спортивных измерений однолучевыми створами основной проблемой становится наличие артефактов в процессе измерений, связанных с пересечением оптического луча рукой, головой и только затем грудью [3]. В результате происходит искажение результата вследствие появления дополнительных сигналов, которые при использовании нескольких створов на короткой дистанции могут серьезно запутать исследователя. А при пробегании одновременно нескольких атлетов и вовсе становится невозможным разобраться в присвоении результатов участникам. Введение принудительной задержки для исключения сигналов от пересечения рукой (как правило до 35 мс) вносит свою погрешность в процесс измерения [4]. Использование

системы двухлучевого створа отчасти решает данную проблему (рис. 4). В этом случае только при одновременном пересечении двух лучей формируется сигнал записи времени. А из-за разнесенности по вертикали лучей на 20–30 см одновременное их пересечение, кроме как грудью, становится маловероятным, но не исключается полностью. Нырок головой на финише или выставленная вперед рука, согнутая в локте, все же могут давать ложные срабатывания. Да и при пробегании группы атлетов, растянувшихся по дистанции при установке нескольких створов на небольшом удалении — 10–20 м может сводить на нет объективность присвоения результатов [5].



Рис. 4. Двухлучевой оптический створ

К тому же малопривлекательной технологической особенностью двухлучевых створов оказалась достаточно высокая парусность конструкционного профиля. При порыве ветра возможно падение установленных на штативах оптических датчиков [1]. И еще, практически для всех оптических систем, размещаемых на спортивной арене, для максимальной надежности передачи сигнала в качестве канала связи используется электрический кабель. Его нахождение на беговой дорожке или в секторе для прыжков становится небезопасным для спортсменов, да и для самой техники. Наступание на кабель спортсмена в шиповках может привести к прокалыванию защитной оболочки и повреждению токопроводящих жил, что ведет к нарушению процесса непрерывной передачи данных от фотоприемников. Более того, спортсмен может зацепить кабель ногой и нарушить юстировку оптических створов [6]. При использовании же радиоканала присутствует вероятность потери полезного сигнала при неблагоприятной помеховой обстановке во время проведения измерений на спортивной арене [7–10].

3. Объект, цель и задачи исследования

Объект исследований — процесс сбора, идентификации и передачи информации о времени пересечения оптического луча атлетом.

Целью работы является разработка метода и инструментальных средств, позволяющих минимизировать погрешность при фиксации времени пересечения оптического створа и повысить достоверность передаваемой информации.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

1. На основе проведенного анализа литературных источников относительно существующих методов и средств хронометрирования разработать метод измерения времени пробегания отрезков дистанции атлетом, позволяющий выполнять предварительный анализ достоверности сигнала, при этом исключив погрешности измерения, связанные с задержкой передаваемой информации.

2. Разработать структуру последовательности функционирования системы и ее состав.

3. Разработать измерительную аппаратуру, позволяющую устранить вышеперечисленные недостатки, в первую очередь обеспечить более высокую надежность и достоверность передачи данных, минимизировать появление артефактов и устранить технологические и эксплуатационные недостатки конструкции.

4. Описание создаваемого оборудования, методы и области применения

Выполняя требования комплексной научной группы федерации легкой атлетики Украины, для создания усовершенствованной системы регистрации времени пробегания спортсменами отрезков дистанции предложена к реализации идея создания единого временного пространства для оптических и акустических датчиков, используемых в секторе. Она заключается в следующем: системный таймер и периферийные устройства включают в свой состав радиочастотные трансиверы, имеющие сетевую адресацию и способные обмениваться информационными пакетами. Предварительно засинхронизировав время от системного таймера, датчики записывают время события и передают эту информацию в сеть.

Такой принцип позволяет при беспроводной передаче данных минимизировать влияние помех благодаря процедуре проверки с многократной повторной передачей информпакетов и максимально снижают вероятность потери полезного сигнала. При этом наличие информации о времени пересечения и адресе датчика исключает искажение результата даже при некоторой задержке его передачи. На рис. 5 представлена схема работы системы регистрации времени пробегания отрезков дистанции и принцип организации единого временного пространства для оптических и акустических датчиков.

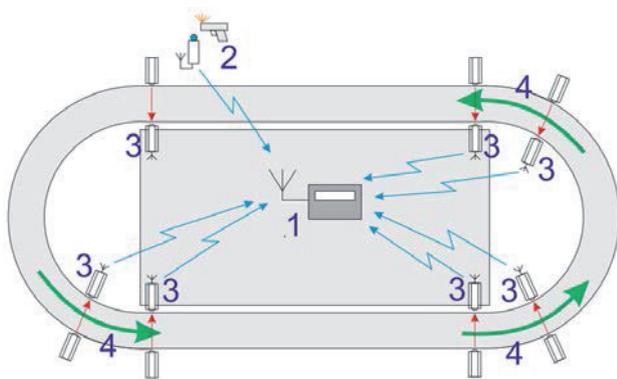


Рис. 5. Схема работы системы регистрации времени

Принцип ее работы заключается в том, что незадолго до старта по команде от центрального хронометра (1) выполняется синхронизация времени внутренних тай-

меров всех удаленных устройств системы. При подаче стартового сигнала внутренний контроллер анализирует акустический спектр сигнала, принятого датчиком старта (2). И, если спектр сигнала соответствует спектру выстрела стартового пистолета, а не голосу, свистку или иному постороннему источнику звука, то на центральный хронометр (1) по кабелю или радиоканалу поступает не метка для записи времени (такой вариант используется в существующих системах), а кодированный пакет с информацией о времени начала стартового сигнала с адресом датчика-отправителя. Аналогично, при пересечении створа выполняется анализ, реальный сигнал, или артефакт (3). Время выполнения процедуры анализа никак не влияет на погрешности измерения, так как начало каждого сигнала привязано к реальному времени его появления и сигнал пересечения будет передан лишь после проверки и подтверждения его достоверности. Подобно датчику стартового сигнала, каждый оптический створ передает свой адрес, что позволяет распределять принимаемые временные метки по столбцам в соответствии с адресом этой метки. К примеру, при подготовке эстафетных команд 4×100 м важную роль играет отбор наиболее быстрой связки из двух атлетов, передающего и принимающего эстафетную палочку. С этой целью расставляются оптические створы в начале и конце каждого из трех «коридоров» (4), в которых выполняется передача. Длина коридора — 20 метров. Так, предварительно дается команда разрешения приема сигналов от стартового датчика и затем последовательно для каждого створа, что исключает события непредвиденного пересечения створов случайно пробегающим атлетом. После старта атлет первого этапа, подбегая ко 2-му, пересекает первый луч первого коридора, догоняет заранее стартовавшего атлета второго этапа и до пересечения луча в месте окончания первого коридора передает палочку. Естественно, второй створ зафиксирует время как атлета с эстафетной палочкой, так и следом добегающего атлета первого этапа. Аналогично пересекаются лучи коридоров третьего и четвертого этапов. Понятно, что даже при полном отсутствии артефактов от пересечения палочкой или руками, сложно будет разобраться, кому какой результат соответствует. А ведь таких попыток за тренировку выполняется достаточно много. Каждый оптический створ имеет персональный адрес в системе и возможность предварительного конфигурирования его работы.

Поэтому из процесса передачи пакетов меток времени пересечений будут исключены не только артефакты, связанные с пересечением луча рукой, но и сигнал пересечения от второго участника, передавшего эстафету.

5. Создание метода единого временного поля

Суть его заключается в том, что предварительно выполняется синхронизация времени системного таймера и таймеров периферийных устройств — датчика старта и оптических створов, что позволяет каждому периферийному устройству в момент принятия сигнала предварительно проанализировать его достоверность, и только после подтверждения передать не сам сигнал, а информацию о времени его поступления. Адресация сигналов каждого оптического створа (рис. 6) позволяет распределить результаты между этапами как с общим

временем от момента старта, так и чистым временем прохождения каждого этапа.



Рис. 6. Интеллектуальный оптический приемник

После выполнения попытки отключается прием сигналов от датчиков и после просмотра тренером результатов попытки выполняется процедура сохранения файла в память системного таймера с именем в виде времени выполнения попытки. Для фиксации временных параметров следующей попытки процедура повторяется. По окончании тренировки системный таймер подключается к компьютеру через USB-порт. Программа Проводник ПК представит системный таймер на мониторе подобно флэш-памяти с сохраненными файлами. Пользователь имеет возможность их сохранить на компьютере. Данные файлы имеют расширение в формате CSV, что позволяет их просматривать в офисной программе Microsoft Excel и при необходимости на их основе строить графики.

6. Выводы

1. По результатам проведенного исследования существующих методов и технических средств автоматического хронометража пробегания отрезков дистанции атлетом разработан метод единого временного поля, позволяющий без потери точности выполнять предварительный анализ достоверности сигнала.

2. Разработана структура последовательности функционирования системы и определен ее состав.

3. Разработана измерительная аппаратура, позволяющая обеспечить более высокую надежность и достоверность передачи данных, минимизировать появление артефактов и устранить технологические и эксплуатационные недостатки конструкции.

Новизна выполненной работы состоит в том, что в ней впервые реализована идея единого временного пространства для оптических и акустических датчиков, что концептуально решает проблему надежности и достоверности передачи информации и в конечном счете эффективности тренировки спортсменов.

Литература

1. Галица, В. И. Технические средства и системы экспресс-диагностики для использования в технологиях управления подготовкой спортсменов [Текст] / В. И. Галица, П. А. Качанов, А. С. Горлов, Э. А. Карецкий // Вісник НТУ «ХПІ». — Харків: НТУ «ХПІ», 2012. — Вип. 37. — С. 42–50.

2. Лутфуллин, И. Я. Основные направления использования информационных технологий в практике спорта [Текст] / И. Я. Лутфуллин, Ф. А. Мавлиев, Р. Р. Хадидуллина // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. — 2012. — № 9(91). — С. 88–93.
3. Архандеева, Л. В. Информатизация отрасли физическая культура и спорт [Текст] / Л. В. Архандеева // Вектор науки ТГУ. — 2010. — С. 24–26. — ISSN 2221-5662.
4. Воронов, И. А. Информационные технологии в физической культуре и спорте [Текст]: учеб.-метод. пособие / И. А. Воронов; С-Петербург. Гос. Ун-т физ.культуры им. П. Ф. Лесгафта. — СПб., 2005. — 79 с.
5. Федоров, А. И. Методологические аспекты информатизации высшего физкультурного образования [Текст] / А. И. Федоров; Урал. гос. акад. физ. культуры. — Челябинск, 2001. — 246 с.
6. Орлова, Ю. А. Информационные технологии при подготовке менеджеров в ВУЗах физической культуры и спорта [Текст] / Ю. А. Орлова // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. — 2008. — № 6(40). — С. 88–93.
7. Соловьев, В. В. Инновационные информационные технологии в системе маркетинга физической культуры и спорта военнослужащих [Текст] / В. В. Соловьев, Г. Г. Дмитриев, В. С. Хагай и др. // Ученые записки университета им. П. Ф. Лесгафта. — 2007. — № 9(31). — С. 92–95.
8. Сергеев, А. Г. Метрология, стандартизация, сертификация [Текст] / А. Г. Сергеев, М. В. Латышев, В. В. Терегеря. — М.: Логос, 2005. — 560 с.
9. Горлов, А. С. Новітні технології управління біговим тренувальним навантаженням спортсменів [Текст]: тези доповідей XX Міжнародної науково-практичної конф. «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я», 15–17 травня 2012 р., м. Харків / А. С. Горлов, В. І. Галица, К. М. Блещунова; за ред. Л. Л. Товаянського. — Харків: НТУ «ХПІ», 2012. — С. 293.
10. Ермаков, С. С. Теоретическое и экспериментальное определение биомеханических характеристик бега [Текст] / С. С. Ермаков, В. М. Адашевский, О. А. Сиволап // Физическое воспитание студентов. — 2010. — № 4. — С. 26–29.

РОЗРОБКА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ ЗАСОБІВ І МЕТОДІВ ХРОНОМЕТРУВАННЯ ПРИ ПІДГОТОВЦІ ЕСТАФЕТНИХ КОМАНД 4 × 100 м

В статті представлені інструментальні засоби хронометрування в бігових видах легкої атлетики, проаналізовані їх переваги та недоліки в різних варіантах застосування. Описано метод вдосконалення при використанні таких засобів для підготовки національної естафетної команди 4 × 100 м в легкій атлетиці.

Ключові слова: електронно-оптичні системи, оптичний луч, єдиний часовий простір, оптичний створ.

Галица Віталій Іванович, інженер, кафедра фізвоспитання, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: vitaliy.galitsa@gmail.com.

Качанов Петро Алексеевич, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматики і управління в технічних системах, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, e-mail: kpa@kpi.kharkov.ua.

Галица Віталій Іванович, інженер, кафедра фізвиховання, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Качанов Петро Олексійович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматики і управління в технічних системах, Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна.

Galitsa Vitaliy, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: vitaliy.galitsa@gmail.com.

Kachanov Petro, National Technical University «Kharkiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: kpa@kpi.kharkov.ua