

координат во внутреннем формате). Подробный анализ сохраненных данных позволяет выявлять все ошибки обучаемого, совершенные при выполнении упражнения, и целенаправленно совершенствовать навыки стрельбы, а рассматривая динамику упражнений во времени, можно прогнозировать окончание учебных занятий и выход на контрольные стрельбы.

Таким образом, в современном электронном стрелковом тренажере мультимедийные потоки информации на порядки превышают измерительные. Однако обработка даже таких информационно-измерительных потоков в реальном масштабе времени все еще остается нетривиальной задачей, требующей серьезного проектирования и оптимизации аппаратных и программных средств.

#### Список литературы

1. Тренажер оптико-электронный для стрелкового оружия / Ю. В. Веркиенко, В. С. Казаков, В. В. Коробейников и др. // Вестн. Акад. воен. наук. – 2008. – № 4. – С. 84–89.
2. Оптико-электронные стрелковые тренажеры. Теория и практика / В. С. Казаков, Ю. В. Веркиенко, В. В. Коробейников и др. – Ижевск : ИПМ УрО РАН, 2007. – 260 с.

\* \* \*

*S. F. Egorov*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Senior Researcher, Institute of Applied Mechanics of UB RAS

#### Information Streams in an Electronic Shooting Training System

*The information streams in a modern electronic shooting training system are analyzed. Estimations of the information volumes and ways of their structuring are presented.*

**Keywords:** shooting training system, information stream, database

Получено 29.10.10

УДК 623.593

*В. С. Казаков*, кандидат технических наук, профессор;  
Ижевский государственный технический университет

*С. В. Казаков*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник  
Институт прикладной механики УрО РАН, Ижевск

#### ПОСТРОЕНИЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ СТРЕЛКОВОГО ОРУЖИЯ НА СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЕ

*Рассматриваются технические решения для построения информационно-измерительных систем испытаний стрелкового оружия на новейшей технической базе.*

**Ключевые слова:** информационно-измерительные системы, автоматические мишени, виртуальный осциллограф, пулевое оружие

В информационно-измерительных системах (ИИС) на основе автоматических мишеней, предназначенных для испытания стрелкового оружия и боеприпасов с целью контроля их качества, а также для выполнения операции приведения к нормальному бою используются оценки параметров кучности и меткости, для вычисления которых необходимо знать координаты точек попадания пуль в плоскость регистрации. В автоматических мишенях (акустических или световых) для опреде-

ления координат используются измеренные моменты времени срабатывания датчиков. В акустических мишенях датчики реагируют на воздействие звукобаллистической волны от пролетающей пули, а в световых мишенях – на изменение потока световой энергии при пролете пули сквозь световой экран [1].

При разработке обоих типов мишеней встает инженерная задача по обработке аналоговых сигналов с датчиков, их нормализации, оцифровке, определению времен срабатывания датчиков, отсеиванию помех и ложных срабатываний, группировке данных и передаче их в ЭВМ для дальнейшей математической обработки.

В недавнем прошлом (до 2005 года) ИИС для стрелкового оружия строились по базовой схеме (рис. 1).

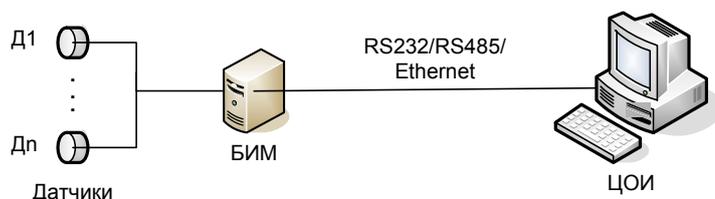


Рис 1. Схема ИИС на основе БИМ

Типовая ИИС состояла:

- из оптических или акустических датчиков (от 5 до 16 штук в зависимости от конкретной системы);
- блока измерительного мишенного (БИМ);
- центра обработки информации (ЦОИ);
- органов управления и отображения (монитор, клавиатура, принтер);
- кабелей связи.

Основой измерительной системы являлся БИМ, который представлял из себя многоканальное специализированное регистрирующее устройство с вычислительным ядром на базе микроконтроллера семейства Infineon C167.

В БИМ аналоговые сигналы с каждого датчика усиливаются и преобразуются на компараторах в двоичную форму, после чего поступают на входы контроллера, который, действуя под управлением своего программного обеспечения, замеряет времена перехода сигналов из «0» в «1» и обратно, определяет и отбрасывает короткие импульсы-помехи, группирует срабатывания датчиков в данные одного выстрела и сохраняет результаты в памяти. БИМ связан с компьютером ЦОИ при помощи интерфейсов RS-232, RS-485 или Ethernet и по запросу выдает конечные данные измерений в ЦОИ.

Недостатками данной схемы построения ИИС являются:

- необходимость изготовления дорогостоящего и нестандартного устройства БИМ, его поддержка и ремонт в процессе эксплуатации;
- ограниченная гибкость зашитой в ПЗУ контроллера программы;
- невозможность наблюдения исходных сигналов с датчиков, измерения их характеристик и формы, так как на входы контроллера сигналы поступают уже в двоичном виде.

Последнее ограничение не позволяет своевременно диагностировать ухудшение состояния датчиков, а также делает невозможным определения углов вращения (нutation) пули для повышения точности измерений [2].

Однако благодаря техническому прогрессу в микроэлектронике и вычислительной технике в последние годы стало возможным полностью заменить блок БИМ готовым серийно выпускаемым устройством – виртуальным электронным осциллографом. Виртуальный цифровой осциллограф представляет собой компактный прибор с 2–4 аналоговыми входами, подключаемый к компьютеру через интерфейс USB. Осциллограф осуществляет ввод аналоговых данных, оцифровку их при помощи АЦП с заданной частотой дискретизации, сохранение во внутреннем буфере устройства и передачу в ЭВМ. Настройка режимов работы, запуск измерения, получение данных и контроль над работой прибора осуществляется через интерфейс USB.

Для наших задач подходят изделия российской фирмы «Актаком» [3] и китайской компании Hantek Electronics [4]. Основные характеристики подходящих моделей приведены в таблице.

Таблица. Основные характеристики осциллографов

Параметры	Модель осциллографа		
	АСК-3116	АСК-3117	DSO-2090
Число каналов	2	4	2
Частота дискретизации, МГц	100	100	100
Диапазон напряжений, Вольт	0,002–10	0,002–10	0,01–5
Размер буфера, Кбайт на канал	128	128	32
Интерфейс	USB 1,1	USB 1,1	USB 2,0
Питание	БП	БП	от USB

Как видно, осциллографы имеют малое число входных каналов (2–4), тогда как датчиков мишени большее количество (5–16). Эта проблема решается разбиением всех датчиков на 2–4 группы с таким физическим расположением отдельных датчиков, чтобы при производстве выстрела датчики одной группы срабатывали по времени строго последовательно. Тогда датчики одной группы можно соединить параллельно и завести на один вход осциллографа.

С переходом на USB-осциллограф базовая схема ИИС трансформируется в приведенную на рис. 2.

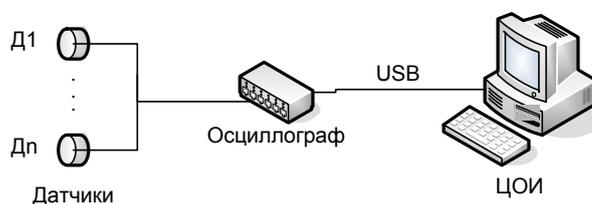


Рис 2. Схема ИИС на основе осциллографа

Штатное ПО, поставляемое с прибором, изображает на экране ЭВМ приборную панель настоящего осциллографа с возможностью интерактивного управления им. Для работы в составе ИИС разработано собственное специализированное ПО, осуществляющее прямое управление прибором и непосредственно получающее данные из него для обработки.

В зависимости от быстродействия конкретной модели прибора и его интерфейса связи возможна регистрация системой одиночных выстрелов или очереди с регист-

рацией каждого отдельного выстрела в ней. При необходимости можно использовать модель осциллографа, включенную в Росреестр, что упрощает сертификацию системы.

Применение осциллографа в ИИС вносит следующие достоинства:

- уменьшение стоимости и трудоемкости изготовления системы с отказом от БИМа и переходом к серийным компонентам;

- получение в ЭВМ ЦОИ исходных оцифрованных данных с датчиков, что расширяет неограниченно возможности по их программной обработке и анализу состояния датчиков;

- в мишенях с оптическими датчиками применение осциллографа позволяет исключить выпрямитель и запитать излучатели переменным током, вырезая пульсации сети в сигнале программно при помощи методов цифровой фильтрации сигналов.

Фактически в системе остается один изготавливаемый нестандартный компонент – сами датчики, все остальные узлы являются серийно выпускаемыми и легко заменяются при выходе из строя. Задачи, которые ранее выполнял БИМ, переносятся на программное обеспечение ЦОИ.

Максимальная длина кабеля USB, которым осциллограф соединяется с ЦОИ, – 5 м. При необходимости проведения дистанционных измерений с размещением осциллографа в непосредственной близости от датчиков схема построения ИИС трансформируется в приведенную на рис. 3.

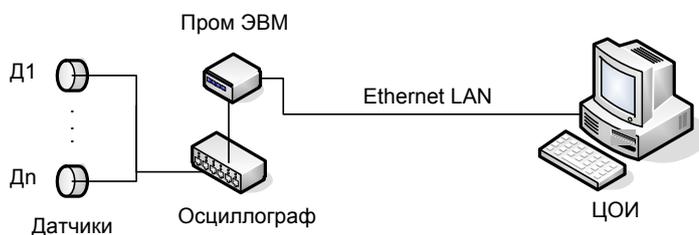


Рис. 3. Схема ИИС с осциллографом для удаленного сбора информации

При этом осциллограф подключается к системному блоку компактной промышленной ЭВМ с жестким диском на флэш-носителе и с пассивным охлаждением, которая поддерживает связь с ЦОИ через стандартные сети Ethernet или радио Ethernet (802.11) по протоколу TCP/IP. При такой схеме расстояние удаления осциллографа от ЦОИ и физические способы осуществления связи между ними практически не ограничены.

Предложенные схемы построения ИИС были применены при разработке новых мишеней на обоих типах датчиков и показали улучшение точности и надежности измерений по сравнению с системами предыдущих поколений. В 2008 г. сдана в промышленную эксплуатацию система для измерения скорости для конструкторско-оружейного центра ОАО «Концерн „Ижмаш“». В 2010 г. испытана и передана в ДОО «Ижевский оружейный завод» измерительная система для поставки в Венесуэлу.

Разработанные схемы построения измерительных систем не ограничиваются мишенями для стрелкового оружия и могут быть применены для регистрации и обработки аналоговых сигналов в любых процессах.

## Список литературы

1. Световая мишень : пат. 2213320 Рос. Федерация : МПК7 F41J005/02 / Афанасьева Н. Ю., Веркиенко Ю. В., Казаков В. С., Коробейников В. В. ; заявитель и патентообладатель Ин-т прикладной механики УрО РАН. – № 2002116940/02 ; заявл. 24.06.02 ; опубл. 27.09.03.
2. *Кортаев В. Н., Аминов И. Р., Афанасьева Н. Ю.* Уменьшение погрешности световой мишени из-за нутации полета тела // Вестн. ИжГТУ. – 2007. – № 1. – С. 26–29.
3. АКТАКОМ – Измерительные приборы, паяльное оборудование, промышленная мебель. URL: <http://www.aktakom.ru/> (дата обращения: 22.10.2010).
4. USB осциллографы, портативные осциллографы, генераторы, логические анализаторы Qingdap Hantek Electronic Co. Ltd. URL: <http://www.hantek.ru/> (дата обращения: 22.10.2010).

\* \* \*

*V. S. Kazakov*, Candidate of Technical Sciences, Professor, Izhevsk State Technical University  
*S. V. Kazakov*, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Institute of Applied Mechanics, Ural Branch of RAS

## Development of Measuring Systems for Small-Arms Weapon on Modern Technological Basis

*Engineering solutions for construction of information and measuring systems for small-arms weapon on modern technological basis are considered. Application of a virtual digital oscilloscope for measuring is described.*

**Keywords:** information and measuring systems, automated target, virtual oscilloscope, bullet weapon, small-arms weapon

Получено 21.10.10

УДК 623.592

*V. S. Kazakov*, кандидат технических наук, профессор;  
 Ижевский государственный технический университет  
*V. V. Korobeynikov*, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;  
*S. F. Egorov*, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник;  
 Институт прикладной механики Уральского отделения РАН  
*I. G. Kornilov*, кандидат технических наук, доцент  
 Ижевский государственный технический университет

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СТРЕЛКОВЫХ ТРЕНАЖЕРОВ

*Формулируются требования к современному электронному стрелковому тренажеру. Приводятся возможные технические решения и дальнейшие перспективы развития тренажеров.*

**Ключевые слова:** стрелковый тренажер, мишенная обстановка, имитация стрельбы

Стрелковые тренажеры являются обязательным атрибутом современной Российской армии. Каждый вид стрелкового оружия, согласно российскому законодательству, требует принятия на вооружение и соответствующего тренажера (с учетом всех типов прицелов и боеприпасов). В большинстве своем в воинских частях присутствуют механические тренажеры, но в настоящее время все активнее внедряются и электронные.

Отличительными особенностями электронных тренажеров являются наличие на имитаторе оружия всевозможных датчиков для контроля за состоянием оружия, полная имитация действий при оружии (заряжение, прицеливание, процесс стрель-