

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-

бы с ходом подвижных частей и отдачей, разряжение оружия) с обязательной фиксацией ошибок («срыв», «свал», «гуляющий» прицел и т. п.), реалистичная имитация мишенной обстановки и эффектов боя средствами 3D-графики (на большом проекционном экране или на индивидуальных очках).

Кроме того, современный тренажер должен обеспечивать тактическое взаимодействие внутри отделения при разведке местности, в обороне и наступлении, что требует современной технической базы с использованием беспроводных интерфейсов и полностью носимого комплекта поддержки имитаторов оружия, не ограничивающих передвижение обучаемых.

Датчики фиксации состояния имитатора оружия необходимо делать бесконтактными (например, на датчиках Холла) для повышения надежности и ресурсоемкости и использовать цифровые беспроводные интерфейсы связи (например, Bluetooth v2.0+EDR) для передачи информации на головной компьютер. Также на имитаторе оружия необходимо размещать контроллер с автономным источником питания, и все это не должно нарушать массогабаритных характеристик имитатора оружия и не препятствовать ходу подвижных частей при имитации стрельбы. На данный момент развития технических средств решение этой задачи является реальным.

Для повышения возможностей обучения необходимо контролировать на имитаторе оружия с частотой 100 Гц и на протяжении 0,2...1 секунды до и после выстрела следующие параметры, сильно влияющие на точность стрельбы:

- 1) траекторию прицеливания до момента выхода пули из ствола;
- 2) скорость нажатия на спусковой крючок (так называемый срыв);
- 3) усилие прижатия приклада к плечу;
- 4) угол свала оружия (отклонения от вертикали).

Анализ этих параметров позволяет выявлять основные ошибки обучаемых, а динамический контроль облегчает выработку правильных навыков.

Отдачу оружия при стрельбе рекомендуется делать на пневматическом приводе, а значит, необходимо размещать на имитаторе оружия баллон со сжатым воздухом и систему управления (например, в магазине имитатора). Решить эту задачу не нарушая массогабаритных характеристик имитатора оружия и поддерживая уровень отдачи в 60 % от реальной (стандартные требования к стрелковым тренажерам) на сегодняшний момент затруднительно. Но ограничив уровень отдачи 20...30 % от реальной и количество выстрелов 30 можно уложиться в вышеперечисленные ограничения.

Для реализации процесса стрельбы в тренажере необходимо фиксировать положение точки прицеливания оружия. Для задания точки прицеливания рекомендуется использовать инфракрасный лазер, а для регистрации его пятна на проекционном экране с мишенной обстановкой использовать быстродействующие видеокамеры или фоточувствительные линейки и соответствующий контроллер, распознающий координаты пятна в реальном времени. Для современного стрелкового оружия фиксировать точку прицеливания необходимо с частотой не менее 100 Гц и точностью не менее 0,3 тысячных деления угломера. Разработка соответствующего контроллера лазерного излучателя и регистратора пятна для всего отделения (в режиме разделения времени, когда частота опроса достигает 1 кГц) является нетривиальной технической задачей и в настоящее время решена авторами.

Проекционный экран с обзором не менее 60° по горизонтали и 16° по вертикали, расположенный на расстоянии 5,5...6 м от обучаемых, позволяет реализовать имитацию реалистичной мишенной обстановки и обеспечить реальный процесс прицеливания. Для формирования изображения на экране необходимы в этом слу-

чае три современных проектора. Управляющий компьютер формирует панорамную картину стрельбища в 3D-режиме, позволяет перемещать «точку зрения», имитируя нахождение обучаемых на движущейся бронетехнике или в вертолете (в последнем случае в состав тренажера включают специальные фермы для размещения обучаемых на высоте около 2 м).

При формировании мишенной обстановки [1] сначала прорисовывается фоновая местность (это может быть и обычная фотография реального стрельбища или другой тренировочной обстановки). Затем на нее накладываются местные предметы (здания, деревья, укрытия и т. п.), за которыми могут прятаться цели (при этом некоторые укрытия могут быть пулепроницаемыми, как, например, кусты). Деревья и кусты (а также дымы) должны колыхаться от ветра в зависимости от его силы, что позволяет делать соответствующие упреждения и вырабатывать правильные навыки стрельбы. Кроме местных предметов, на местности могут появляться и исчезать специальные эффекты боя (туман, сносимые дымовые завесы, разрывы от гранат и фонтанчики от пуль и т. п.). Последними накладываются мишени и цели. Далее общая картина размывается в зависимости от дальности до объектов (накладывается «дымка»), а также проводится коррекция яркости изображения для имитации времени суток (день/ночь). Подобная коррекция повышает реалистичность изображения и позволяет отрабатывать обучаемыми упражнения ночных стрельб (при которых может использоваться также имитация подсветки местности осветительными ракетами и другие способы демаскировки целей).

Мишени и цели должны появляться и исчезать на местности на заданное время, передвигаться по заданным траекториям с указанной скоростью. При поражении (можно задать, после какого числа попаданий) мишени должны исчезать, а цели оставлять после себя метки. Для целей необходимо различать фатальные (смертельные) попадания и ранения (несколько ранений могут стать фатальными) При стрельбе по специальным мишеням должно фиксироваться количество выбитых очков. Кроме этого, для повышения реалистичности, цели могут вести ответный огонь, приседать, залегать, переползать, а также уклоняться от близких промахов.

Кроме обычных целей, для стрельбы из гранатометов необходима и реалистично прорисованная бронетехника. Кроме внешнего вида и движения, требуется имитировать звук двигателя, выхлопные дымы, ответные выстрелы, взрыв и горение при поражении.

Во время учебного занятия необходимо в реальном времени отображать для обучаемых текущие попадания/промахи с возможными ошибками прицеливания для коррекции дальнейшей стрельбы и быстрого закрепления правильных навыков.

Для полной имитации присутствия на поле боя необходимо звуковое сопровождение. Стереозвук требуется подавать как на индивидуальные шлемофоны обучаемых, так и на стереоколонки, размещенные у проекционного экрана. Звуковое сопровождение должно включать стереозвук собственного выстрела и выстрелов других обучаемых с возможностью определения направления на источник звука (локальный звук). Кроме этого должны воспроизводиться звуковые эффекты боя (глобальный звук): фоновые звуки местности, звуки от разрыва боеприпасов, шум мотора бронетехники с учетом законов восприятия (задержка возникновения звука в зависимости от дальности до источника, ослабление громкости от дальности, стереокартина по направлению на источник звука).

Программное обеспечение тренажера должно содержать базу упражнений и формировать базу результатов стрельб по обучаемым с сохранением всех «ошиб-

бок» и возможностью их просмотра и анализа. Кроме этого необходимо предоставить возможность руководителю занятий создавать свои собственные упражнения, используя базу фонов стрельбищ, местных предметов, мишеней, целей и эффектов боя. Может пригодиться и режим видеоупражнений, когда руководитель обучения самостоятельно снимает на видеокамеру актерскую имитацию боевой обстановки на ограниченном пространстве (засада, проникновение на охраняемый объект, захват поста под прикрытием, нападение на охранников и т. п.) с разветвлением сюжета и проигрывает ее после некоторой обработки на тренажере. При этом упражнении необходимо быстро выявить объекты, идентифицировать противника, поразить цели и не поразить «своих».

Кроме решения научно-исследовательских задач, при проектировании стрелковых тренажеров встречается множество прикладных проблем. Так, при производстве и отладке макетных образцов тренажера предыдущего поколения (см. рис.) вскрылись следующие недостатки первоначального проекта [2]:

1) перекрытие рабочих диапазонов излучения современных проекторов и лазеров не позволяло надежно идентифицировать координаты пятна (проблема решилась выбором проекторов жидкокристаллического типа и использованием на объективах специальных фильтров);

2) взаимовлияние аналоговых мультисканальных линий передачи приводило к помехам (проблема решилась переходом на цифровые линии и физическим разнесением линий передачи);

3) низкий ресурс имитаторов оружия при использовании уровня отдачи в 60 % от реальной (для решения рекомендовано увеличить состав ЗИП для имитаторов оружия и написать подробную инструкцию по ремонту, повысить надежность датчиков);

4) высокая зависимость точности регистратора пятна лазера от жесткости конструкции экрана и несущей фермы (для решения рекомендовано закреплять экран и ферму на распорках и ежедневно использовать юстировку регистратора).



Внешний вид разработанного авторами и принятого на вооружение оптико-электронного тренажера 1У33 стрелкового оружия, гранатометов и огнеметов

В настоящее время Институт прикладной механики УрО РАН совместно с ОАО «Концерн „Ижмаш“» и Ижевским государственным техническим университетом проводит исследования по проработке структуры современного электронного стрелкового тренажера.

В перспективе планируется разработка полностью автономного индивидуально-беспроводного тренажера с использованием проекционных очков для формирования изображения, с размещением обучаемого во вращающейся сфере на роликах для фиксации перемещения и использующего гироскопы на каске и имитаторе оружия для фиксации направления взгляда обучаемого и линии прицеливания. Подобные тренажеры будут объединены в сеть для моделирования боевого взаимодействия армейских подразделений.

Список литературы

1. Егоров С. Ф., Казаков С. В. Моделирование мишенной обстановки и спецэффектов в стрелковом тренажере // Информационные системы в промышленности и образовании : сб. тр. молодых ученых / Ижев. гос. техн. ун-т. – Ижевск : ИПМ УрО РАН, 2008. – Вып. 3. – С. 66–67.
2. 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.

* * *

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

S. F. Egorov, Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher, Institute of Applied Mechanics, Ural Branch of RAS

I. G. Kornilov, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Izhevsk State Technical University

Development Prospects of Electronic Small-Arms Training Systems

Requirements to modern electronic small-arms training systems are formulated. Possible technical solutions and development prospects of the training systems are presented.

Keywords: small-arms training system, targets conditions, shooting imitation

Получено 27.10.10

УДК 621.396.2

Е. А. Кытин, соискатель;

В. Е. Лялин, доктор технических наук, доктор экономических наук, профессор
 Ижевский государственный технический университет

СИНТЕЗ ПОЛОСОВЫХ ФИЛЬТРОВ И ФАЗОКОРРЕКТИРУЮЩИХ ЦЕПЕЙ РАДИОТЕЛЕФОННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ВЗАИМНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ СПЕКТРА СОБСТВЕННЫХ ЧАСТОТ И ЧАСТОТ ПЕРЕДАЮЩИХ СТАНЦИЙ

Рассмотрено решение задачи синтеза параметров фазокорректирующей цепи, линеаризующей рабочий участок зависимости группового времени запаздывания на основе предложенных математических критериев для верификации расположения нулей и полюсов передаточной функции фазокорректирующей цепи относительно частотных областей.

Ключевые слова: фазокорректирующая цепь, полосовые фильтры, синтез параметров

Постановка задачи. Задача рационального расположения собственных частот фазокорректирующих цепей в соответствии с заданной характеристикой группово-