

## СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ БАСКЕТБОЛЬНЫЙ ЩИТ ДЛЯ СБОРА ИНФОРМАЦИИ О КООРДИНАТАХ ТОЧЕК УДАРА МЯЧА

Притыкин В.Н.<sup>1</sup>, Лепетаев А.Н.<sup>1</sup>, Боков И.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Омск, Россия (644099, г. Омск ул. Ленина, д. 12), e-mail: rector@omsk-osma.ru

В статье рассмотрен ряд способов определения координат отскока мяча от щита, которые могут быть положены в основу конструирования и создания специализированного щита для сбора информации о координатах точек удара мяча при баскетбольных бросках. В качестве приоритетного метода был выбран способ определения точек отражения мяча от баскетбольного щита с помощью сенсорной панели, выполненной по резистивной технологии. Перед созданием образца специализированного щита, был изготовлен его масштабируемый макет с размером рабочей площади (18×24) см. Проведенные испытания макета сенсорной панели на предложенном рабочем месте с использованием разработанной технологической программы «Ball» для ПК показали, что координаты точек контакта, вычисленные контроллером, соответствуют фактическим данным воздействия. Полученные результаты координат точек удара позволили спроектировать и изготовить специализированный щит для сбора информации о координатах точек удара мяча при баскетбольных бросках. Образец щита позволит разработать метод измерения координат взаимодействия мяча со щитом, который может успешно использоваться при обучении баскетбольным броскам с отражением мяча от щита и их совершенствовании.

Ключевые слова: баскетбольный щит, сенсорная панель, координаты отражения мяча

## SPECIAL PURPOSE SHIELD FOR INFORMATION AGGREGATION ON COORDINATES OF SHOT POINTS

Pritykin V.N.<sup>1</sup>, Lepetaev A.N.<sup>1</sup>, Bokov I.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Omsk State Medical University, Ministry of Public Health, Russian Federation (Ul. Lenina, 12, Omsk 644099, Russia) e-mail: rector@omsk-osma.ru

The article presents a series of methods to determine the coordinates of the ball shot points from the shield, which can be the basis for design and making a special purpose shield for information aggregation on the coordinates of shot points in basketball. The method to determine the ball reflection on the shield via the touchpad made of the resistible technology has been chosen as a priority method. Before making a specialized shield its scalable model with the working area (18 × 24) cm was created. The touchpad model tests carried out using *Ball* software showed that the coordinates of the contact points calculated by the controller corresponded to the actual impact data. The obtained results of the coordinates of shot points allowed designing and making a specialized shield to gather the information on the coordinates of shot points in basketball. The shield model allows developing a method to determine the coordinates of the ball-shield interaction, which can be successfully applied in teaching of basketball shots with reflection on the shield with further mastering and polishing.

Keywords: basketball shield, touchpad, coordinates of shot points

Отсутствие необходимого инструментария для измерения координат отскока мяча от щита при баскетбольных бросках не позволяет качественно проводить исследования по установлению объектов прицеливания и их пространственном расположении в зависимости от координат бросающего спортсмена на площадке, а также от параметров выпуска мяча при баскетбольных бросках с отражением мяча от щита.

Создание новых технических средств позволит разработать метод сбора информации о точках удара мяча, как для точных, так и нерезультативных бросков. Данный метод измерения координат отражения мяча от щита расширит комплексную методику обучения баскетбольным броскам с отражением мяча от щита [4].

## **Способы определения координат**

### **Щит с резистивным сенсорным слоем**

Принципы работы соответствует первым резистивным сенсорным экранам [2] и заключается в создании резистивных слоев с обратной стороны щита. При ударе мяча щит прогибается и происходит замыкание между слоями. Возможно несколько реализаций:

1. На обратной стороне щита горизонтально натянуты тонкие нихромовые или фехралевые проволоки (параллельно). Параллельно щиту сзади расположен второй щит, на котором натянуты такие же проволоки в вертикальном направлении. При прогибе основного щита происходит контакт между проволоками первого и второго щита. Измерение координат точки контакта производится стандартным способом, как в четырехпроводных резистивных экранах (переключение напряжений на проволоках и последовательное измерение напряжения на резистивном делителе). Разрешающая способность по координатам определяется расстоянием между проволоками.

2. Обратная сторона щита покрыта проводящим слоем, например, токопроводящей краской или фольгой. Сзади основного щита на небольшом расстоянии расположен второй щит, на котором сформирована сетка из взаимно перпендикулярных резистивных проволок. При прогибе основного щита происходит контакт между проводами сетки и проводящим покрытием. Измерение координат точки контакта можно производить двумя способами:

а - Как в пятипроводных резистивных сенсорных экранах. Проводящее покрытие основного экрана играет роль измерительного электрода.

б - Как в четырехпроводных резистивных сенсорных экранах. Для этого система горизонтальных проволок должна быть изолирована от системы вертикальных проволок сетки. Проводящее покрытие основного щита играет роль замыкателя систем проволок.

3. Лицевая поверхность щита покрыта сеткой из резистивных проволок, причем система горизонтальных проволок изолирована от системы вертикальных проволок. Замыкание между горизонтальными и вертикальными проволоками производится мячом, который должен быть покрыт проводящей пленкой или лаком.

Достоинство рассмотренных реализаций: малое число подводящих проводов.

Недостатки: требуется наличие АЦП.

### **Щит с матрицей электродов**

Матрица электродов создается так же, как и в предыдущем случае (система проволок), но проволоки уже не резистивные, а обычные. Контроллер производит сканирование матрицы, определяя факт контакта.

Достоинства: не требуется АЦП

Недостатки: большое число подводящих проводов.

### **Щит с инфракрасной системой определения точки удара**

Принцип работы сенсорной панели: на торцевые грани крепятся инфракрасные светодиоды, которые создают внутри инфракрасный поток с полным внутренним отражением (поверхность панели должна быть гладкой и не иметь дефектов). На небольшом расстоянии от панели расположена мембрана с силиконовым покрытием. Мембрана должна хорошо отражать инфракрасные лучи. Если нажать на мембрану, то силиконовое покрытие входит в контакт с панелью, нарушая условия полного внутреннего отражения в точке контакта. Инфракрасная телевизионная камера, которая нацелена на панель, фиксирует пятно контакта. Камера соединена с компьютером, который производит вычисление координат точки касания. В качестве мембраны может быть использован сам баскетбольный щит, тогда инфракрасная панель должна быть размещена сзади щита. Для устранения влияния отражений инфракрасных источников от внутренней стороны щита необходимо камеру поместить в изолирующую коробку, причем крышкой коробки служит щит.

Недостатки: требуется большое число светодиодов, необходимо монтировать специальную светоизолирующую камеру, требуется инфракрасная видеокамера (или необходима переделка обычной камеры в инфракрасную путем замены фильтров). Возможны проблемы с быстродействием, т.к. время контакта не превышает 10 мс [3].

### **Щит со световой системой определения точки касания мяча**

Лицевая поверхность акрилового баскетбольного щита специальным образом обрабатывается с тем, чтобы получить светопроницаемую матовую поверхность. Например, обрабатывается шкуркой до получения матовой поверхности, или окрашивается рассеивающим лаком, или покрывается матовой пленкой. Спереди поверхность щита должна быть хорошо освещена (возможно, с помощью специальных направленных источников света). Сзади щита монтируется видеокамера, причем от краев щита к площадке крепления видеокамеры натягивается черная ткань, препятствующая попаданию постороннего света в объектив камеры. Расстояние от щита до видеокамеры должно быть таким, чтобы щит занимал все поле зрения камеры. При этих условиях освещенная поверхность щита является единственным источником света для видеокамеры. При ударе мяча о щит пятно контакта будет выглядеть черным, т.к. освещение в этом месте будет отсутствовать. Если изображение проинвертировать, то получим то же самое, что в инфракрасной системе определения координат, т.е. вычисление координат происходит тем же самым способом.

Достоинства: используется обычная видеокамера.

Недостатки: необходимо монтировать специальную светоизолирующую камеру. Возможны проблемы с быстродействием, т.к. время контакта не превышает 10 мс [3].

### **Щит с двухкамерной системой определения координат**

В двух смежных углах щита (например, в верхних) монтируются две веб-камеры, в которых задействована только одна строка (так называемая технология DViT [2]). Камеры расположены так, что их плоскости визирования расположены параллельно щиту на небольшом расстоянии от него. Когда мяч касается щита, он попадает в поле зрения камер, и по номерам пикселей, занятых изображением мяча, можно вычислить координаты касания.

Достоинства: Не нужна светоизолирующая камера. Повышенное быстродействие, т.к. сканируется только одна строка.

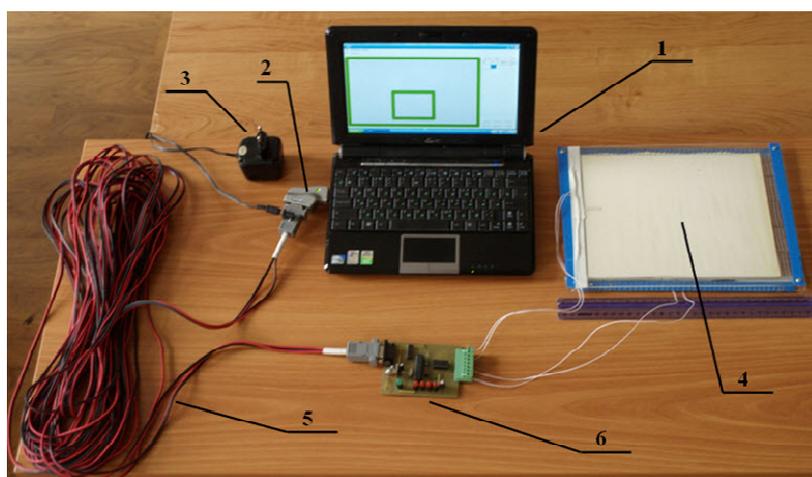
Недостатки: при размещении камер в углах их угол зрения должен быть 90 градусов. Необходима предварительная настройка и калибровка системы, т.к. погрешности размещения камер влияют на результаты вычислений.

### **Специализированный баскетбольный щит**

Поскольку в нашей стране не производятся устройства для определения координат удара мяча о баскетбольный щит, а все зарубежные возможные альтернативы являются слишком дорогими (например, самая дешевая инфракрасная сенсорная панель диагональю 84" [5] стоит около 45000 рублей), и к тому же не гарантируют нужное быстродействие (время контакта мяча со щитом, как известно [3], составляет величину 10 мс), было принято решение о разработке собственной конструкции.

В качестве приоритетного метода был выбран способ определения точек отражения мяча от баскетбольного щита с помощью сенсорной панели, выполненной по резистивной технологии.

Перед разработкой и созданием специализированного баскетбольного щита был изготовлен его масштабированный макет с размерами рабочей площади 18×22см. (рисунок 1 поз. 4).



*Рис.1. Рабочее место макета сенсорной панели*

образует простой резистивный делитель (рисунок 2) [2].

Сборочные единицы верхнего и нижнего элементов панели накладываются, друг на друга с установкой сепаратора между полями нихромовой проволоки. Прикосновение к верхнему гибкому оргстеклу сенсорной панели вызывает контакт двух слоев нихромовой проволоки. Точка контакта

Благодаря этому координаты контакта можно легко вычислить с помощью аналого-цифрового преобразователя (АЦП), проведя 2 измерения (сначала для одной координаты, затем для другой). Для этого на концы нихромовой проволоки нижнего слоя сначала подаем постоянное напряжение  $+5\text{В}$  ( $U_{y3}=5\text{В}$ , а  $U_{y4}=0\text{В}$ ). При этом во время контакта верхний слой используется как щуп, с помощью которого измеряется падение напряжения, которое пропорционально длине определяемого участка со стороны нулевого потенциала. После завершения измерения одной координаты точки контакта слои переключаются, напряжение подается на верхний слой, а измерение потенциала производится с помощью нижнего слоя, что позволяет определить другую координату точки контакта.

Для исследования способа определения точек отражения мяча от баскетбольного щита с помощью макета сенсорной панели и отладки необходимого программного обеспечения использовалась схема рабочего места, показанная на рисунке 1.

Экспериментальный макет (рисунок 1 поз. 4) через соединительные провода подсоединен к входам АЦП «контроллера сенсорной панели» (рисунок 1 поз. 6) [1]. Для питания контроллера используется стандартный блок питания (рисунок 1 поз. 3).

Контроллер непрерывно сканирует сенсорную панель, и при обнаружении факта воздействия (появление контакта между слоями панели) производит измерение координат точки контакта. Результаты измерений в виде пакета последовательных цифровых данных в стандарте RS-232 передаются через сигнальные провода (рисунок 1 поз. 5) в преобразователь COM - USB (рисунок 1 поз. 2) и далее попадают в персональный компьютер (рисунок 1 поз. 1). В персональном компьютере эти данные принимаются и обрабатываются специально разработанной технологической программой «BALL», которая выводит результаты на дисплей. Интерфейс этой программы приведен на рисунке 3.

Программа «BALL» изображает баскетбольный щит и указывает место контакта. Также программа имеет сервисные функции для настройки и сортировки данных.

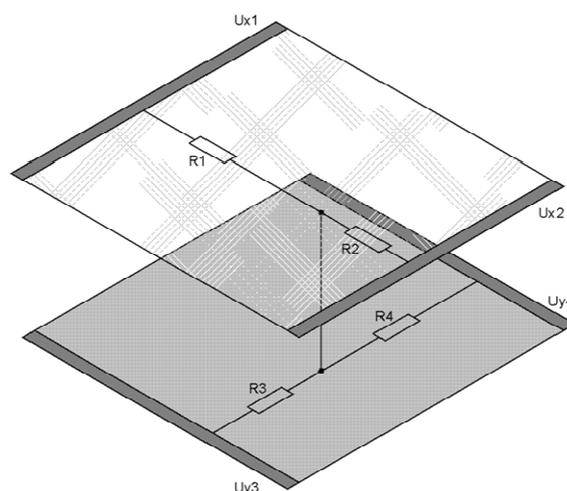


Рис. 2. Схема резистивного делителя

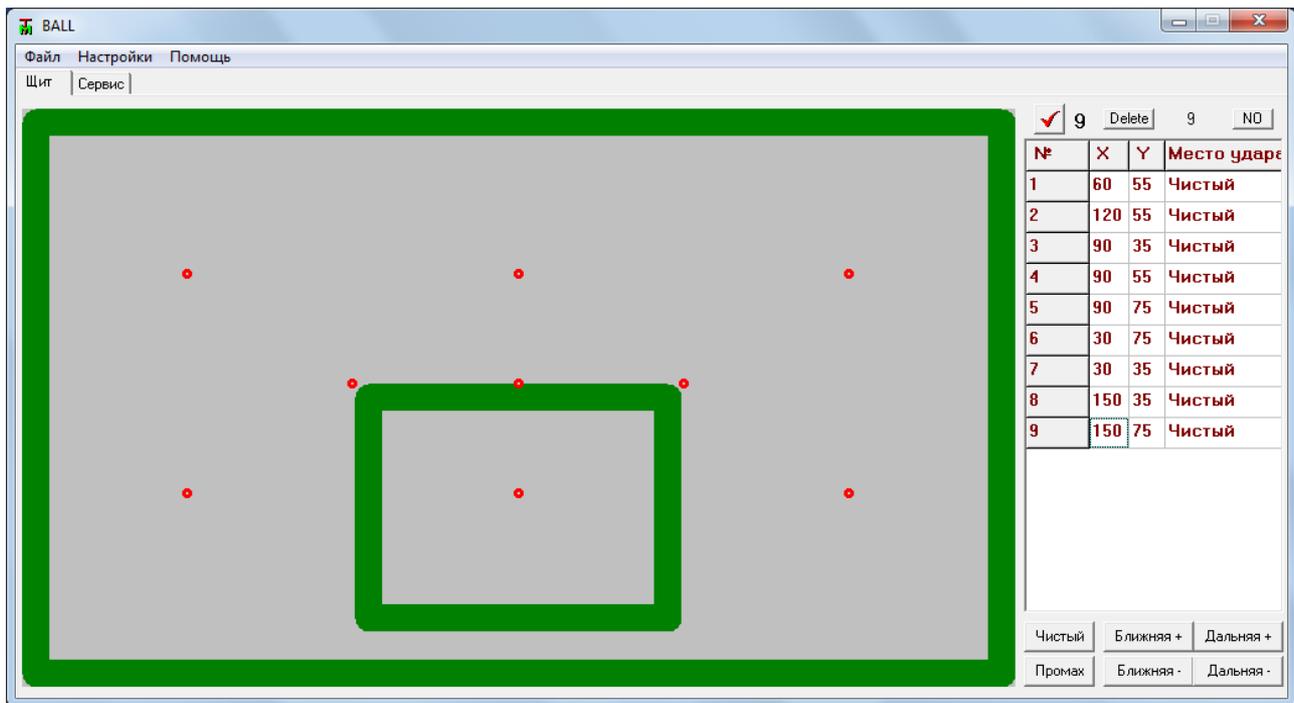


Рис. 3. Внешний вид программы «BALL»

После сбора статистических данных их можно сохранить в файл для дальнейшего анализа. Проведенные испытания макета сенсорной панели показали, что координаты контакта, зафиксированные контроллером и вычисленные технологической программой, соответствуют фактическим координатам воздействия.

После отладки необходимых программ и проверки работоспособности используемых принципов был сделан следующий шаг – разработана конструкция и изготовлен специализированный баскетбольный щит.

**Специализированный баскетбольный щит состоит из следующих частей:**

- Внутренний жёсткий слой выполнен из акрила толщиной 10 мм размером 180×105см (рисунок 4 поз. 1).

- Наружный гибкий слой изготовлен из акрила толщиной 5 мм с размерами баскетбольного щита (рисунок 4 поз. 2).

- В качестве резистивного материала была использована нихромовая проволока диаметром 0,5 мм, которая была в каждом из двух слоев натянута зигзагом с шагом 1 см (рисунок 4 поз. 4 – струна поперечная, поз. 5 – струна продольная). В отличие от макета крепление обоих слоев нихромовой проволоки было выполнено на внутреннем прочном слое щита.

- Внутренние стороны акриловых панелей покрыты прокладками из мелкоячеистого плотного поролон толщиной 2 мм (рисунок 4 поз. 3). Назначение этих прокладок – обеспечение мягкого контакта между проволочными нитями при прогибе наружного слоя при ударе мяча. Проволочные нити при контакте не должны перерубать друг друга в случае

сильных ударов. При сильных ударах проволочные нити вдавливаются в прокладки, и сила удара не сосредотачивается в точках контакта поперечно натянутых проволок, а распределяется по зоне контакта прокладок в месте прогиба наружной панели.

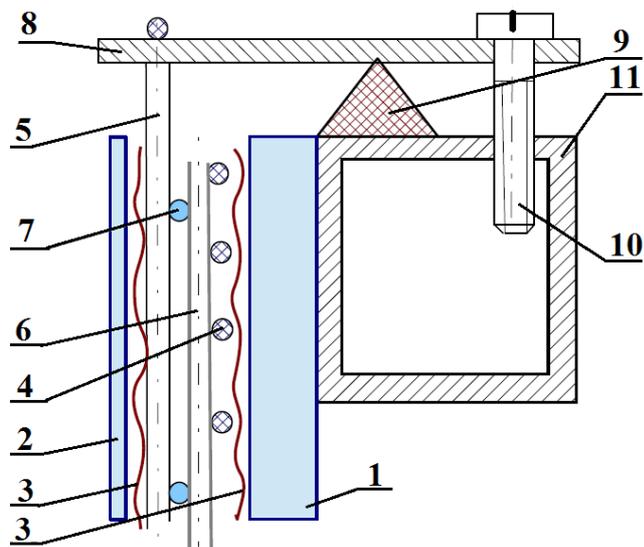


Рис. 4. Поперечный разрез сенсорного щита

- В качестве разделителя (сепаратора) слоев нихромовой проволоки были использованы струны из лески диаметром 0,5 мм, натянутые с шагом 4 см перпендикулярно направлению нихромовой проволоки в каждом слое (рисунок 4 поз. 6-струна проставочная продольная, поз.7-струна проставочная поперечная). Назначение сепараторов – гасить возможные вибрации проволочных нитей, обеспечить их прилегание к демпфирующим прокладкам, и

исключить появление контакта в случае небольших изгибов щита.

- Для получения нужного зазора между двумя контактными слоями, с двух сторон щита, с которых производилось крепление поперечного контактного слоя, были проложены полоски ПВХ шириной 2 см и толщиной 3 мм (рисунок 5 поз.13).

- Для обеспечения регулируемого натяжения нихромовой проволоки использовалась система фигурных стеклотекстолитовых пластин толщиной 1.5 мм (рисунки 4 и 5 поз. 8). Межу этими пластинами и рамой вставлен листовой ПВХ треугольного сечения (рисунки 4 и 5 поз. 9), что дает возможность регулировать местное натяжение с помощью винтов (рисунки 4 и 5 поз. 10). С противоположной стороны щита проволочная нить удерживается трубчатыми изоляторами (рисунок 5 поз.12), которые могут вращаться вокруг винтов крепления и обеспечивают равномерное распределение сил натяжения в петле. Для монтажа всех крепежных и регулировочных винтов в профиле основания щита выполнены резьбовые отверстия соответствующего диаметра. Для фиксации нихромовой проволоки и сепаратора (лески) в торцах внутреннего слоя оргстекла изготовлены соответствующие прорези (рисунок 5 поз. 14).

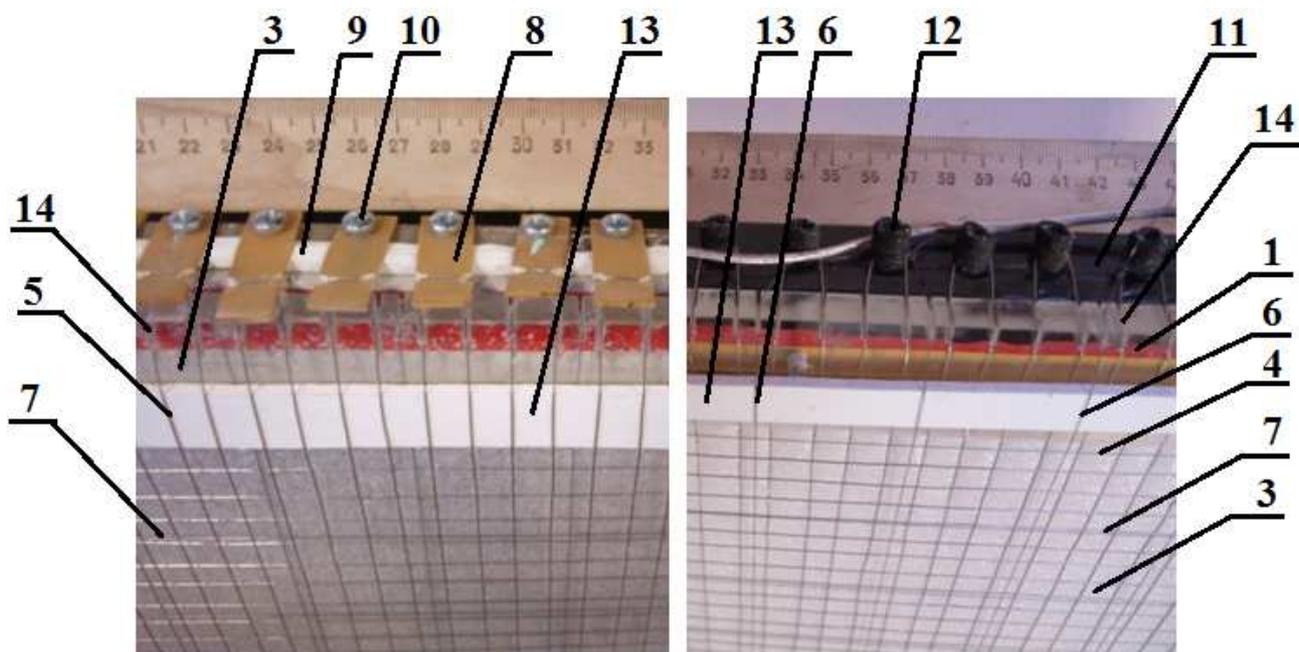


Рис. 5. Фрагменты монтажа составляющих специализированного баскетбольного щита

- Крепление внутреннего акрилового листа к основанию щита произведено с помощью винтов М8×50, а наружная панель крепилась по периметру к внутренней панели винтами М3×50 (на рисунках не показаны).

При изготовлении щита был выявлен ряд проблем, которые необходимо учитывать при повторении конструкции:

1. Натяжение проволоки должно быть довольно сильным (около 3 кг) чтобы исключить ее местные деформации и помятости. При этом общая сила, действующая на края щита, получается значительной (более 400 кг), что может привести к его деформации. Поэтому необходимо принимать меры к надежному креплению щита к раме. Сама рама должна быть прочной, чтобы противостоять изгибным моментам, возникающим в щите.
2. Рама, на которую крепится щит, изначально должна быть изготовлена качественно и быть как можно более плоской, потому что отклонение от плоскости на 1..2 мм уже приводит к проблемам обеспечения нужной величины зазора между слоями проволок и его стабильности.
3. Крепление внутренней панели лучше делать мягким или с возможностью регулирования крепления, поскольку после натягивания проволочных слоев размер внутренней панели немного (но заметно) уменьшается. По той же причине разметку крепления внешней панелей лучше делать на конечной стадии монтажа.
4. Наличие мягкой наружной панели с внутренними демпфирующими элементами изменяет величину коэффициента восстановления щита, что иногда нужно учитывать. После изготовления сенсорной панели желательно произвести измерение коэффициента восстановления, чтобы убедиться, что его величина не выходит за допустимые пределы.

Измерение коэффициента восстановления необходимо производить в вертикальном положении щита, поскольку при горизонтальном положении его свойства изменяются.

### **Заключение**

Экспериментальная проверка созданного специализированного баскетбольного щита подтвердила работоспособность выбранного способа измерения координат отражения мяча от щита при баскетбольных бросках с помощью сенсорной панели, выполненной по резистивной технологии.

Определение фактических координат отскока мяча от щита для точных и нерезультативных бросков позволяет создать тренажёрно-исследовательский стенд по изучению параметров полета мяча с целью разработки метода прицеливания и пространственного ориентирования для обучения баскетбольным броскам с отражением мяча от щита.

### **Список литературы**

1. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega. Руководство пользователя. – М.: Додека-XXI, 2007. – 592 с.
2. Мухин И. А. Сенсорные экраны – решение проблем (10 технологий). «BROADCASTING Телевидение и радиовещание»: 1 часть. - № 3 (55) май 2006, с.50 – 52; 2 часть - № 4 (56) июнь-июль 2006, с.40-41; 3 часть - № 7 (59) ноябрь 2006, с. 64 – 66.
3. Притыкин В.Н., Долганев Ю.Г. Использование датчиков акустических волн для определения координат отражения мяча от щита при баскетбольных бросках // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1.
4. Притыкин В. Н. Организационная структура комплексных методик технико-тактической подготовки в баскетболе / В. Н. Притыкин, Н. С. Морозова, С. В. Сухарев // Теория и практика физической культуры. – 2009. – №2. – С. 38-41.
5. TouchGames: automation equipment [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.touchgames.ru/catalog/bolshie-sensornye-ekrany> (дата обращения 10.06.2015).

### **Рецензенты:**

Кравчук А.И., д.п.н., профессор кафедры теории и методики туризма и социально-культурного сервиса, «Сибирский государственный университет физической культуры и спорта», г. Омск.

Науменко А.П., д.т.н., доцент, начальник научно-учебного центра ООО «НПЦ «Динамика», г. Омск.