

При поддержке:



Одесский национальный морской университет
Московский государственный университет путей сообщения (МИИТ)
Украинская государственная академия железнодорожного транспорта
Научно-исследовательский проектно-конструкторский институт морского флота
Институт морехозяйства и предпринимательства
Луганский государственный медицинский университет
Харьковская медицинская академия последипломного образования
Бельцкий Государственный Университет «Алеку Руссо»
Институт водных проблем и мелиорации Национальной академии аграрных наук
Одесский научно-исследовательский институт связи

Входит в
INDEXCOPERNICUS ICV: 66.23

Международное периодическое научное издание

International periodic scientific journal

SW **Научные труды**
Scientific papers
o r l d

Выпуск №46, 2017

Issue №46, 2017

Том 1
Технические науки

Иваново
«Научный мир»
2017



Moscow: Dialog-MIFI.

2. Semenov. A. (2014). Standarty sjatija video MPEG-4, H.264 i H.265. *Radioamator*, 3-4.
3. Gurylev V. (2014). H.265/HEVC. Optimizacija pod arhitekturu Intel . *Habrahabr* . Retrieved February 27, 2017, from <https://habrahabr.ru/company/intel/blog/242781/>
4. Vatolin D., Kulikov D., Erofeev M. (2016) HEVC/H.265 VideoCodecs Comparison. CS MSU Graphics&Media Lab

Научный руководитель: д.т.н., проф. Южаков А.А.

Статья отправлена: 1.03.2017 г.

© Беляев А.В., Южаков А.А.

ЦИТ: 117-046

DOI: 10.21893/2410-6720.2017-46.1.046

УДК 621.382

**ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ
ПАМЯТИ СПОРТСМЕНОВ-СТРЕЛКОВ ИЗ ЛУКА
MEASURING SYSTEM FOR DETERMINING MUSCLE MEMORY
ATHLETES ARCHERS**

д.т.н., проф. Осадчук А.В.¹ / d.t.s., prof. Osadchuk A.V.

ORCID:0000-0001-6662-9141

Сидорук В.В.² / Sidoruk V.V.

Осадчук Я.А.¹ / Osadchuk I.A.

к.т.н., доц. Крыночкин Р.В.¹ / c.t.s., as.prof. Krynochkin R.V.

ORCID:0000-0002-8255-3025

к.т.н., доц. Звягин А.С.¹ / c.t.s., as.prof. Zviahin A.S.

¹Винницкий национальный технический университет, Винница, Хмельницкое шоссе 95, 21021
Vinnitsia National Technical University, Vinnitsia, Khmelnytsky Highway 95, 21021

²Федерация стрельбы из лука Украины, Киев, ул. Еспланадна, 42, оф. 508, 01023
Ukrainian Archery Federation, Kiev, st. Esplanadna, 42, of. 508, 01023

Аннотация. В статье рассмотрена измерительная система определения мышечной памяти спортсменов-стрелков из лука, которая предназначена для анализа и определения основных характеристик системы "лук-стрелок" в реальном масштабе времени.

Ключевые слова: радиоизмерительный прибор, частотный преобразователь, отрицательное сопротивление, стрельба из лука.

Вступление.

Развитие современной диагностической аппаратуры биомедицинского и спортивного назначения характеризуются стремительным расширением физических методов измерительного преобразования функциональных возможностей, повышением технических характеристик, широким внедрением микроэлектронных технологий и микропроцессорной техники. Сегодня трудно перечислить все направления спортивной науки, которые участвуют в становлении и совершенствовании мастерства спортсменов.

В стрелковых видах спорта конкуренция на мировой арене неуклонно растет и это требует совершенствования основ подготовки стрелков-спортсменов. Знаковые модели определяют необходимый уровень подготовленности стрелка и возможность его эффективного выступления на



таких ответственных соревнованиях, как чемпионаты Европы, мира и Олимпийские игры [1]. Преимущества разработок по сравнению с имеющимися аналогами заключаются в том, что модели системы "стрелок-оружие-мишень" позволяют объективно анализировать технико-тактические действия стрелков, а модельные характеристики являются объективными критериями совершенствования спортивного мастерства стрелков в квалификационных и финальных упражнениях олимпийской программы [2]. Использование модельных характеристик эффективных технико-тактических действий стрелков-спортсменов позволяет создать условия для повышения уровня специальной работоспособности стрелка и обеспечивает объективный контроль специальной подготовленности стрелков к официальным международным стартам [3]. В то же время сложившиеся много лет назад общие принципы построения тренировки уже не соответствуют требованиям сегодняшнего дня. Поэтому поиск новых принципов и форм организации подготовки стрелков высокого класса оправдан, необходим и является важной задачей ученых и тренеров.

Теоретические и экспериментальные исследования.

Спортивные достижения стрелков из лука во многом определяются их функциональной готовностью к конкретным соревновательным дистанциям. Спортсмены стрелки, обладающие высокими функциональными показателями, демонстрируют более высокие результаты на различных дистанциях стрельбы. Совершенствование системы спортивной подготовки представляет собой сложную задачу, которая не может быть решена без высокоточных и быстродействующих радиоизмерительных систем способных предоставить информацию о степени подготовки спортсмена и адекватности настройки материальной части.

При достижении спортсменом-стрелком вершин спортивного мастерства и перед ним, и перед тренером встает сложная задача. Продолжать использование прежних схем планирования тренировки, лишь увеличивая объем и интенсивность нагрузки, или искать новые формы организации тренировочного процесса.

Любое двигательное действие человека (в том числе и спортивное) можно выполнить только при хорошей физической подготовленности - при достаточном уровне развития физических качеств. Поэтому для успешного проведения учебно-тренировочного процесса подготовки спортсмена необходимо знать уровень развития его физических качеств, необходимых для успешного выполнения многократных качественных выстрелов при высокой психологической нагрузке.

Физическая подготовленность спортсмена обычно определяется на основе результатов выполнения специальных тестовых упражнений. Эти результаты зависят не только от уровня развития физических качеств, но и от совершенства техники выполнения выстрелов и от умения спортсмена выполнять их с предельным эмоциональным напряжением сил.

Измерительная система определения мышечной памяти спортсменов-стрелков из лука, которая предназначена для совершенствования движений



спортсмена в процессе выполнения выстрела из лука с целью доведения их до автоматизма и в дальнейшем руководить ими на уровне подсознания.

Одним из перспективных научных направлений в разработке радиоизмерительных микроэлектронных преобразователей, предложенных в работе, является использование зависимости реактивных свойств и отрицательного сопротивления полупроводниковых приборов от влияния внешних физических величин и создания на этой основе нового класса микроэлектронных частотных преобразователей давления, углового положения и ускорения [4]. В устройствах такого типа происходит преобразование выше перечисленных внешних влияний в частотный сигнал, что позволяет создавать радиоизмерительные микроэлектронные преобразователи по интегральной технологии и дает возможность повысить быстродействие, точность и чувствительность, расширить диапазон измеряемых величин, улучшить надежность, помехоустойчивость и долговременную стабильность параметров.

Использование как информативного параметра частоты позволяет избежать применения усилительных устройств и аналого-цифровых преобразователей при обработке информации, что снижает себестоимость систем контроля и управления.

Измерительная система определения мышечной памяти спортсменов предназначена для анализа и определения основных характеристик системы "лук-стрелок" в реальном масштабе времени. Измерения проводятся каждые 10 мс параллельно по 5 каналам. На рис.1. показано размещение сенсоров на пальчике спортсмена.

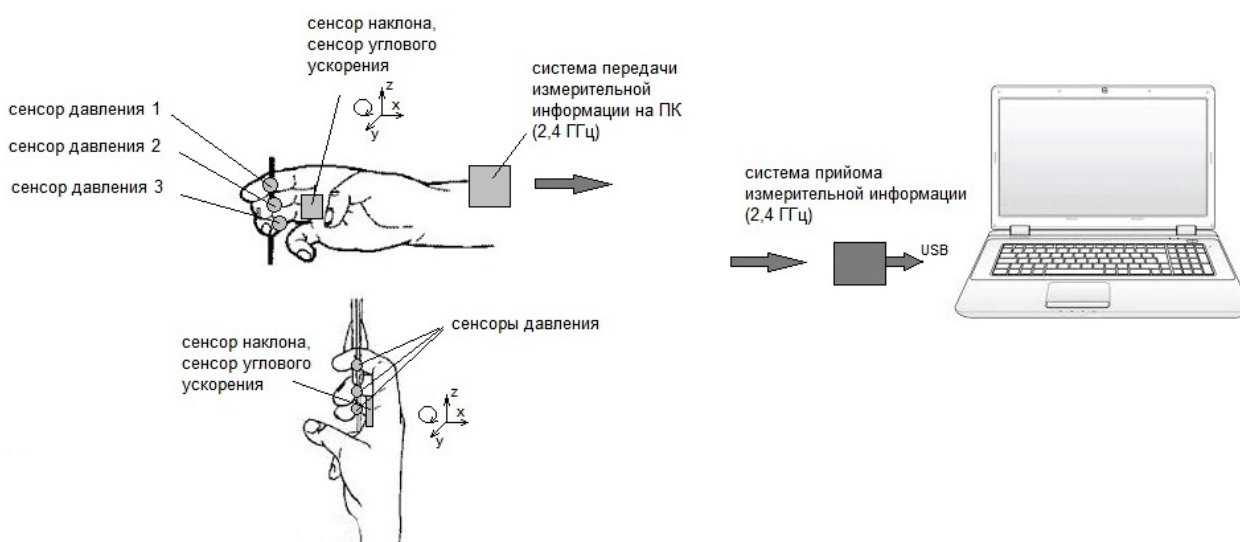


Рис.1. Размещение сенсоров на пальчике спортсмена

На рис.3. представлена блок-схема измерительной системы определения мышечной памяти спортсменов-стрелков из лука.

Рассмотрим работу и схемотехническое решение частотного преобразователя давления. Электрическая схема частотного преобразователя давления приведена на рис.4. Она представляет собой интегральную схему,



состоящую из трех биполярных транзисторов, сопротивлений R2-R5, а также тензорезистивного чувствительного элемента R2, что позволяет создать автогенераторного устройство. Колебательный контур устройства реализован на основе эквивалентной емкости полного сопротивления на электродах коллектор-коллектор биполярных транзисторов VT1 и VT2 и активной индуктивности на основе транзистора VT3 с фазосдвигающей цепью R5C1 [5]. Чувствительным к давлению элементом выступает датчик фирмы Interlink Electronics FSR-400. На тензочувствительный элемент R1 действует давление, приводящее к изменению эквивалентной емкости колебательного контура, в свою очередь, вызывает изменение резонансной частоты автогенератора.



Рис.2. Фотография измерительной системы

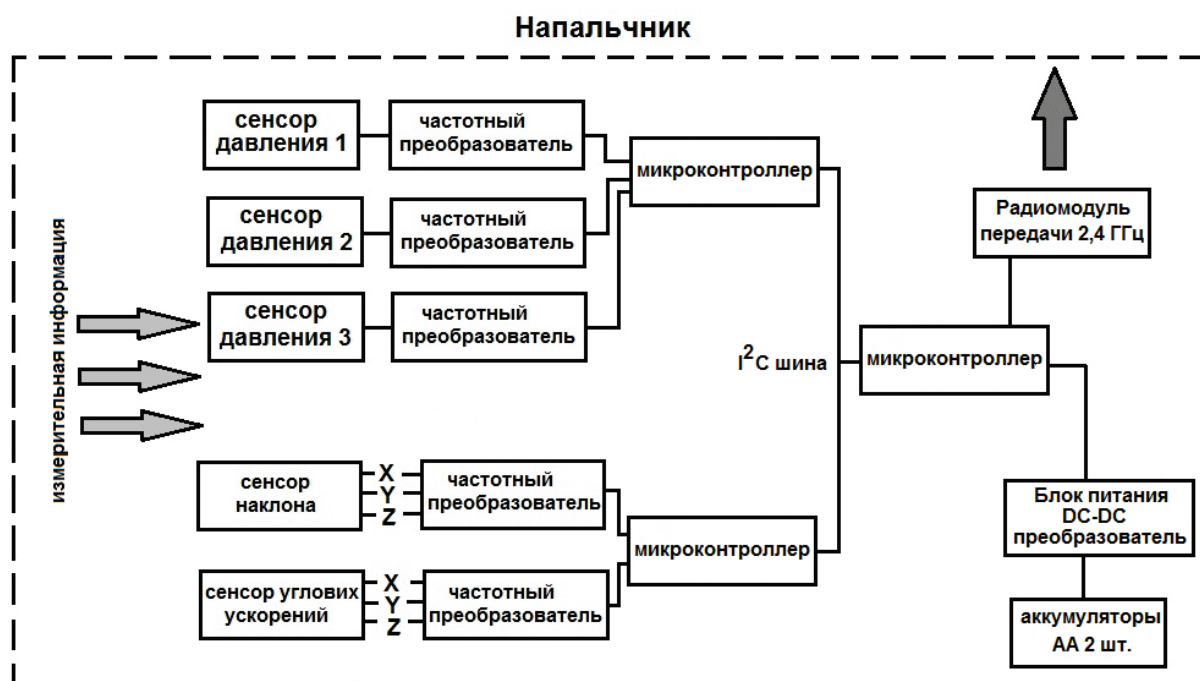


Рис.3. Блок-схема измерительной информационной системы определения мышечной памяти спортсменов-стрелков из лука

Потери энергии в колебательном контуре компенсируются за счет отрицательного сопротивления [4, 5].

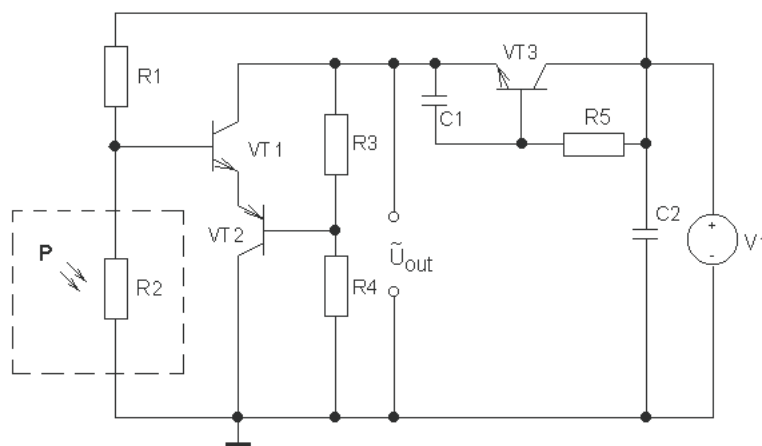


Рис. 4. Электрическая схема частотного преобразователя давления

На основании эквивалентной схемы в соответствии с методом устойчивости Ляпунова определена функция преобразования устройства, которая представляет собой зависимость частоты генерации от давления. Аналитическая зависимость функции преобразования имеет вид

$$F_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{B_1 + \sqrt{B_1 + 4LC_{BK}(C_B(P)R_B(P))^2}}{2LC_{BK}(R_B(P)C_B(P))^2}}, \tag{1}$$

где $B_1 = LC_{BK} - (C_B(P)R_B(P))^2 - C_{BK}C_B(P)R_B^2(P)$;

L – эквивалентная индуктивность активного элемента; C_B, R_B – эквивалентная емкость и сопротивление импеданса на электродах коллектор-коллектор транзисторов VT1 и VT2; C_{BK} – емкость база-коллектор транзистора VT1; P – давление.

Графическая зависимость функции преобразования представлена на рис.5.

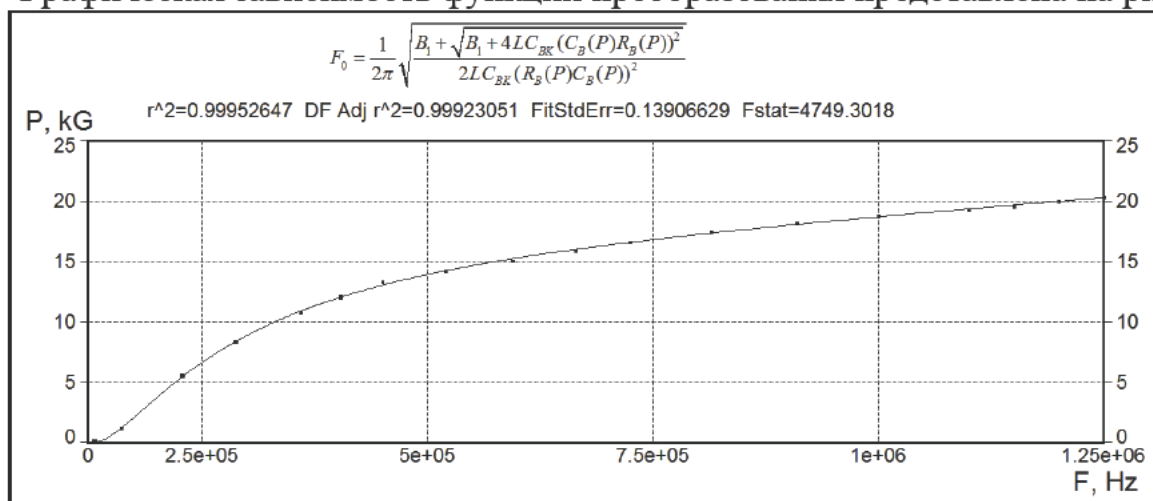


Рис. 5. Зависимость функции преобразования

Разработанная измерительная система мониторинга физической подготовки спортсмена-стрелка из лука состоит из измерительного блока, который расположен на пальчике спортсмена (см. рис. 2) и состоит из трех



сенсоров давления с частотными преобразователями [5]; сенсора наклона, по x, y, z осям с частотным преобразователем и сенсора угловых ускорений, также по x, y, z осям с частотным преобразователем; 3 микроконтроллеров и радиомодуля передачи информации на частоте 2,4 ГГц [6].

С помощью разработанной радиоизмерительной информационной системы можно определять основные характеристики механико-биологической системы "лук-стрелок":

1. Определение силы натяжения плечей лука – 10...25 кг, ± 5 гр.
2. Возможность определения распределения нагрузки на пальцы – 10...25 кг, ± 5 гр.
3. Определение изменения положения кисти растягивающей лук руки – по трем осям (x, y, z) $\pm 0,1^\circ$.
4. Определение ускорения или замедления тяги – 0,001g.
5. Определение мышечной памяти спортсмена при выполнении 10-20 повторений. Предварительно дается проба до 5 раз с подачей звукового сигнала.
6. Фиксируется динамика и сила натяжения лука.
7. Определение количества проб, которые совпадали с силой натяжения спортсмена и пробы которые находятся в пределах $\pm 10, 20, 30, 40, 50$ гр.
8. Удержание лука в статическом положении на время до потери стабильности и появления тремора мышц.

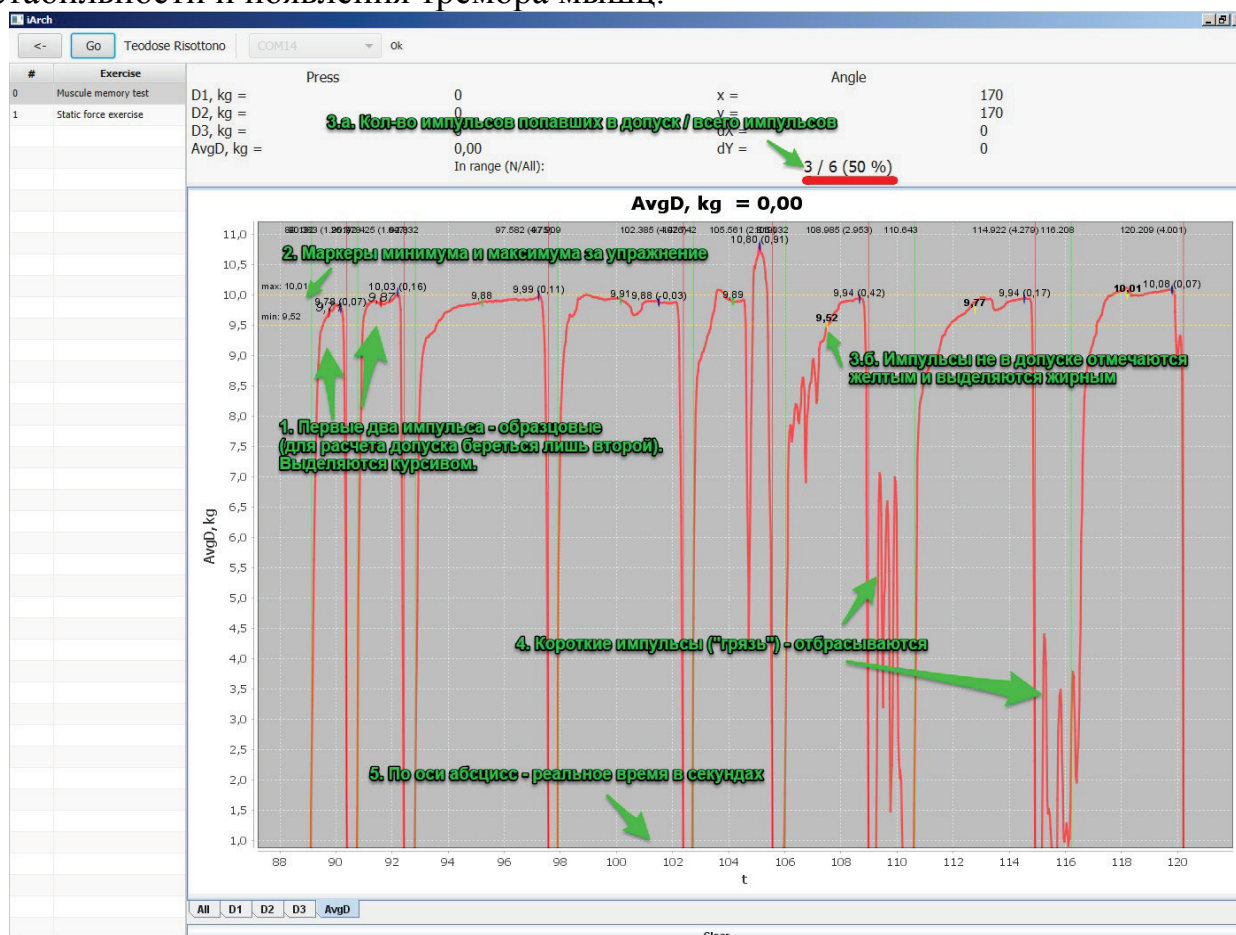


Рис. 6. Интерфейс программы iArch для отображения, обработки и визуализации данных



Разработано оригинальное программное обеспечение измерительной системы. Программа iArch проста в использовании и не требует особой подготовки и обучения. На рис. 3 представлен скриншот окна интерфейса программы. Программа работает под различными операционными системами: Windows XP, Windows 7, 8 (32 bit, 64 bit), Linux. Драйвера подключения прибора к компьютеру также как и программа iArch являются оригинальной разработкой.

Данные полученные с каждого датчика (каждые 10 мс) отображаются в цифровой форме и в виде графиков в визуальной форме. В программе предусмотрена запись всех показаний сенсоров в файл с расширением .db с последующей возможностью обработки и графической визуализации для каждого отдельно спортсмена. На основе многофакторного анализа, путем обработки измеренных данных определяется значимость влияния каждого фактора на физическую подготовку спортсмена и его мышечную память.

Выводы.

В работе рассмотрена измерительная система определения мышечной памяти спортсменов-стрелков из лука, которая предназначена для анализа и определения основных характеристик системы "лук-стрелок" в реальном масштабе времени. С помощью разработанной измерительной системы возможно совершенствование движений спортсмена в процессе выполнения выстрела из лука, доведения их до автоматизма и в дальнейшем руководить ими на уровне подсознания, что повышает мастерство спортсмена и достижение максимальных результатов.

Литература:

1. Пятков-Мельник В.Т. Стрілецько-спортивна наука України (2001–2005) // Спортивна наука України. Науковий вісник Львівського державного інституту фізичної культури. – Електронне наукове фахове видання. : Львів, ЛДІФК, 2006. – 371 с.
2. Шилин Ю.Н. Спортивная стрельба из лука. Теория и методика обучения: Учебное пособие / Ю.Н. Шилин, Е.Н. Белевич. –М.: ТВТ Дивизион, 2014.–280с.
3. Сучасна стратегія та інноваційні технології фізичного вдосконалення студентської молоді: наук. монографія за матеріалами Міжнар. симп. Одеса 16-17 вер. 2010. / За ред. Р.Т.Раєвського. – Одеса : Наука і техніка, 2010. –512 с.
4. Осадчук О.В. Мікроелектронні частотні перетворювачі на основі транзисторних структур з від'ємним опором / О.В. Осадчук. – Вінниця : «Універсум-Вінниця», 2000. – 303 с.
5. Осадчук В.С. Микроэлектронный радиоизмерительный сенсор давления с частотным выходом / В.С. Осадчук, А.В. Осадчук, Я.А. Осадчук // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – №1, 2015. – С.48-53.
6. Патент № 112645 України, МПК F41В 5/00. Радіовимірювальна інформаційна система моніторингу фізичної підготовки та визначення м'язової пам'яті спортсменів-стрілків з лука / Осадчук О.В., Сидорук В.В., Звягін О.С., Криночкін Р.В., Осадчук Я.О., Сидорук В.В.// Заявка на винахід № u201606342



Від 10.06.16. Заяв. 10.06.16; Пр. 26.12.16. Опубл. 26.12.16. Бюл. №24.

Abstract.

Introduction. The development of modern diagnostic equipment for biomedical and sports purposes are characterized by rapid expansion of physical methods of measurement conversion functionality, increase the technical characteristics, the widespread introduction of microelectronic technology and microprocessor technology. Therefore, the search for new principles and forms of the organization of preparation of high-end shooters justified, necessary and is an important task of scientists and trainers.

Main text. Physical readiness of the athlete is usually determined based on the results of a special test exercises. These results depend not only on the level of development of physical qualities, but also the art of perfection and performance shots of the athlete's ability to perform them with utmost emotional tension forces.

The measuring system for determining the muscle memory of athletes-archers, which is designed to improve the athlete's movements during the execution of the shot from a bow with a view to bringing them to the automatism and in the future to lead them on a subconscious level. Developed a measuring system for determining the muscle memory of athletes-archers, which is designed to analyze and determine the basic characteristics of the system "bow-arrow" in real time. Measurements are taken every 10 ms to 5 parallel channels.

Summary and Conclusions. The paper deals with measuring system for determining the muscle memory of athletes-archers, which is designed to analyze and determine the basic characteristics of the system "bow-arrow" in real time. With the help of the developed measuring system is possible improvement of athlete movements during the execution of the shot from a bow, bringing them to the automatism and in the future to lead them on a subconscious level, which increases the skill of an athlete and achieve maximum results.

Key words: measuring device, frequency transducers, negative resistance, archery.

References:

1. Pyatkov-Mel'ny`k V.T. (2006). Strilecz`ko-sporty`vna nauka Ukrayiny` (2001–2005) [Rifle and sports science Ukraine (2001-2005)] in Sporty`vna nauka Ukrayiny`. Naukovy`j visny`k L`vivs`kogo derzhavnogo insty`tutu fizy`chnoyi kul`tury [Sports Science of Ukraine. Scientific Bulletin of Lviv State Institute of Physical Culture]. – 371 p.

2. Shilin Yu.N., Belevich E.N. (2014). Sportivnaya strelba iz luka. Teoriya i metodika obucheniya: Uchebnoe posobie [Sports archery. Theory and methods of training: Textbook] in TVT Divizion [TVT Division]. – 280 p.

3. Suchasna strategiya ta innovacijni texnologiyi fizy`chnogo vdoskonalennya students`koyi molodi [Modern technology strategy and innovative physical improvement of students], nauk. monografiya za materialamy` Mizhnar. sy`mp. Odesa 16-17 ver. 2010. / Za red. R.T.Rayevs`kogo in Nauka i texnika [Science and Technology]. – 512 p.

4. Osadchuk O.V. (2000). Mikroelektronni chastotni peretvoryuvachi na osnovi tranzystorny`x struktur z vid'yemny`m oporom [Microelectronic frequency transducers based on transistor structures with negative resistance] in «Universum-Vinny`cya [Universum, Vinnitsa]. – 303 p.

5. Osadchuk V.S., Osadchuk A.V., Osadchuk Ya.A. (2015). Mikroelektronnyiy radioizmeritelnyiy sensor davleniya s chastotnym vyihodom [Microelectronic radiomeasuring pressure sensor with frequency output] in Vy`miryval`na ta obchy`slyval`na texnika v texnologichny`x procesax [Measuring and computing in technological processes] – vol. 1. – P.48-53.

5. Patent №112645 UkraYini (2016). RadIovimIryuvalna InformatsIyna sistema monItoringu flzichnoYi pIdgotovki ta viznachennya m'yazovoYi pam'yatI sportsmenIv-strIlkIv z luka [Testers information system of monitoring of fitness and determination of muscle memory athletes archers bow]. Osadchuk O.V., Sidoruk V.V., Zvyagin O.S., KrinochkIn R.V., Osadchuk Ya.O., Sidoruk V.V. in [Ukrpatent]. Zayavka na vy`naxid № u201606342.