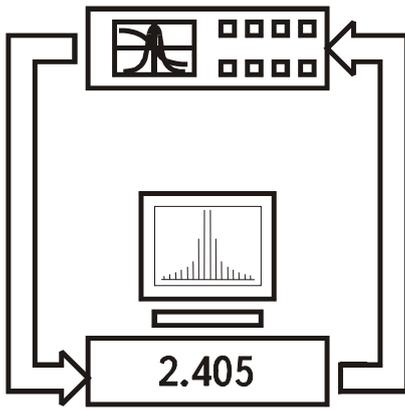
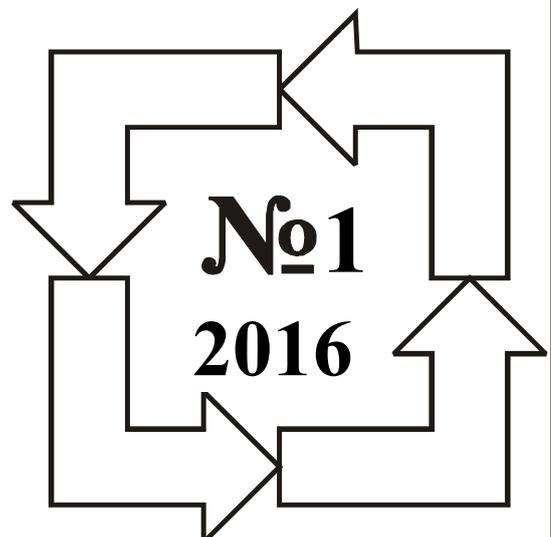


ISSN 2219-9365



*МІЖНАРОДНИЙ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ  
ЖУРНАЛ*

**ВИМІРЮВАЛЬНА  
ТА  
ОБЧИСЛЮВАЛЬНА  
ТЕХНІКА  
В  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ  
ПРОЦЕСАХ**



*ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ*

# Міжнародний науково-технічний журнал

## ВИМІРЮВАЛЬНА ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНА ТЕХНІКА В ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСАХ

Заснований в травні 1997 р.

Виходить 4 рази на рік

Хмельницький, 2016, №1 (54)

Рекомендовано до друку рішенням вченої ради  
Хмельницького національного університету, протокол № 9 від 31.3.2016 р.

**Засновники:** Хмельницький національний університет  
Українська технологічна академія (м. Київ)  
**Видавець:** Хмельницький національний університет

Затверджене як фахове видання постановою президії ВАК України від 10.02.2010 № 1-05/1  
Включено у РИНЦ (дог. № 212-04/2013) [http://elibrary.ru/title\\_about.asp?id=37653](http://elibrary.ru/title_about.asp?id=37653)  
Index Copernicus <http://jmi2012.indexcopernicus.com/+++++,p24781565,3.html>  
Google Scholar [http://scholar.google.com.ua/citations?user=nwN\\_nusAAAAJ&hl=uk](http://scholar.google.com.ua/citations?user=nwN_nusAAAAJ&hl=uk)

**Головний редактор** д.т.н., проф. І.В. Троцишин  
**Заступник головного редактора та голова редакційної колегії** д.т.н., проф. В.Т. Кондратов  
**Відповідальний секретар** к.т.н., доц. К.Л. Горященко

### Редакційна колегія:

Бубулис Алгимантас, д.т.н., проф. (Литва); Вільям Кей Джі, д.т.н., проф., (Республіка Корея);  
Водотовка В.І., д.т.н., проф.; Дивак М.П., д.т.н., проф.; Дудикевич В.Б., д.т.н., проф.;  
Жултовський Богдан, д.т.н., проф. (Польща); Злепко С.М., д.т.н., проф.; Каплун В.Г., д.т.н., проф.;  
Кичак В.М., д.т.н., проф.; Кожемяко В.П., д.т.н., проф.; Коробко Є.В., д.т.н., проф. (Білорусія);  
Косенков В.Д., к.т.н., проф.; Кузьмін І.В., д.т.н., проф.; Лепіх Я.І., д.ф.-м.н., проф.;  
Мансуров Тофік Магомедович, д.т.н., проф. (Азербайджан); Мельник А.О., д.т.н., проф.;  
Натріашвілі Тамаз Мамієвич, д.т.н., проф. (Грузія); Павленко Ю.Ф., д.т.н., проф.; Павлов С.В., д.т.н.,  
проф.; Підченко С.К., д.т.н., проф.; Попов Валентин, д. природничих н., проф. (Німеччина);  
Проценко М.Б., д.т.н., проф.; Пунчеко О.П., д.філ.н., проф.; Ройзман В.П., д.т.н., проф.; Романюк В.В.,  
д.т.н., доцент; Романюк О.Н., д.т.н., проф.; Ротштейн Олександр Петрович, д.т.н., проф. (Ізраїль);  
Сопрунюк П.М., д.т.н., проф.; Стахов Олексій Петрович, д.т.н., проф. (Канада), Стенцель Й.І., д.т.н.,  
проф.; Сурду М.М., д.т.н., проф.; Філінюк М.А., д.т.н., проф.; Шарпан О.Б., д.т.н., проф.

Технічний редактор К.Л. Горященко

**Адреса редакції:** редакція журналу "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах", (кімн. 4-402), Хмельницький національний університет, вул. Інститутська 11, м. Хмельницький, 29016, Україна.

**Тел:** (+38) 097-684-34-29.

**E-mail:** [vottp.tiv@gmail.com](mailto:vottp.tiv@gmail.com)

**web:** <http://fetronics.ho.com.ua>

<http://journals.khnu.km.ua/vottp/>

Зареєстровано Міністерством юстиції України  
Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
Серія КВ №16040-4512ПР від 16 грудня 2009 року.

© Хмельницький національний університет, 2016  
© Редакція "Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах", 2016

## РАДИОИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ФИЗИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЫШЕЧНОЙ ПАМЯТИ СПОРТСМЕНОВ-СТРЕЛКОВ ИЗ ЛУКА

*В статье рассмотрена радиоизмерительную информационную систему мониторинга физической подготовки и определения мышечной памяти спортсменов, которая предназначена для анализа и определения основных характеристик системы "лук-стрелок" в реальном масштабе времени. С помощью разработанной радиоизмерительной 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. В разработанной радиоизмерительной системе измерения проводятся каждые 10 мс параллельно по всем 16 каналам.*

*Ключевые слова: радиоизмерительная информационная система, частотные преобразователи, отрицательное сопротивление, стрельба из лука.*

A.V. OSADCHUK, V.V. SIDORUK, I.A. OSADCHUK, V.V. SIDORUK, R.V. KRYNOCHKIN, A.S. ZVIAHIN  
Vinnitsa National Technical University

## RADIOMEASURING INFORMATION SYSTEM FOR MONITORING PHYSICAL TRAINING AND DEFINITIONS MUSCLE MEMORY ATHLETES ARCHER

*Abstract. In the article the radiomeasuring information system for monitoring and determining the physical fitness of athletes muscle memory, which is designed to analyze and determine the basic characteristics of a "bow-arrow" in real time. With the help of the developed radiomeasuring system of possible improvement of athlete movements during the execution of the shot from a bow, bringing them to the automatism and in the future lead them at the subconscious level, which increases the athlete's skills and achieve maximum results. The developed system of radio measurements are taken every 10 ms in parallel on all 16 channels.*

*Keywords: radiomeasuring information system, frequency transducers, negative resistance, archery.*

### 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. На протяжении нескольких десятилетий усилия ученых направлены на совершенствование различных систем спортивной подготовки [1]. Подготовка спортсменов средней и высокой квалификации существенно различается как по напряженности соревновательной деятельности и характеру подготовки к ней, так и по своим задачам, содержанию и организации. 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 [2].

### 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 [3, 4].

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.

Радиоизмерительная информационная система мониторинга физической подготовки и 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, ускорения, вибрации, индукции магнитного поля, оптического излучения и температуры [5, 6]. 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 [6].

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

Радиоизмерительная информационная система мониторинга физической подготовки и 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 всем 16 каналам. На рис.1. показано ориентировочное размещение сенсоров на луке и на пальчике спортсмена.

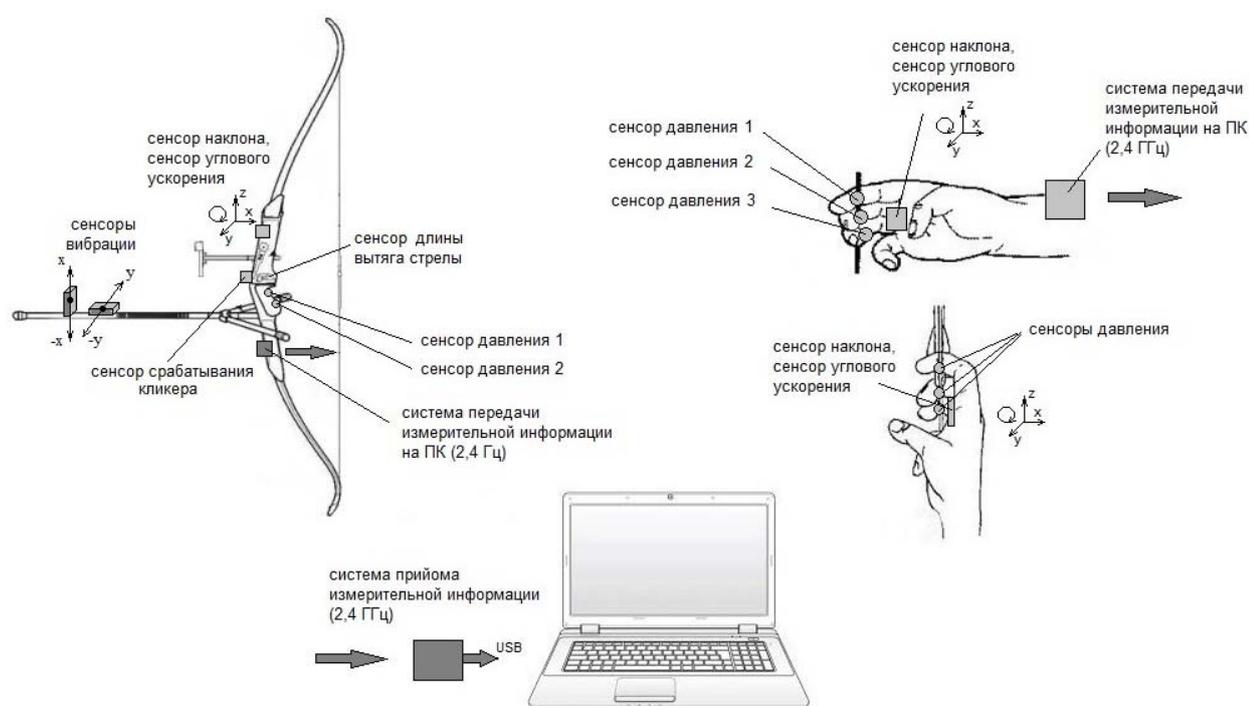


Рис.1. Размещение сенсоров на луке и на пальчике спортсмена

На рис.2. представлена блок-схема радиоизмерительной информационной системы мониторинга физической подготовки спортсмена-стрелка из лука. Разработанная измерительная система состоит из двух измерительных блоков. Первый измерительный блок расположен на луке и состоит из двух частотных сенсоров давления (на накладке лука) [7]; сенсора наклона по  $x, y, z$  осям с частотным преобразователем; сенсора угловых ускорений, также по  $x, y, z$  осям с частотным преобразователем; двух сенсоров вибрации по  $x, y$  осям с частотными преобразователями; высокочувствительный звуковой сенсор срабатывания кликера и определения момента выстрела; сенсора магнитного поля (сенсор положения стрелы) с частотным преобразователем для определения вытяга спортсмена; сенсора температуры; 4 микроконтроллеров и радиомодуля передачи информации на частоте 2,4 ГГц. Второй измерительный блок, который расположен на пальчике спортсмена состоит из трех сенсоров давления с частотными преобразователями (на каждый палец, которые участвуют в натяжении лука) [7]; 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.

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

1. Определение силы натяжения плечей лука – 10...25 кг,  $\pm 5$  гр.
2. Возможность определения распределения нагрузки на пальцы – 10...25 кг,  $\pm 5$  гр.

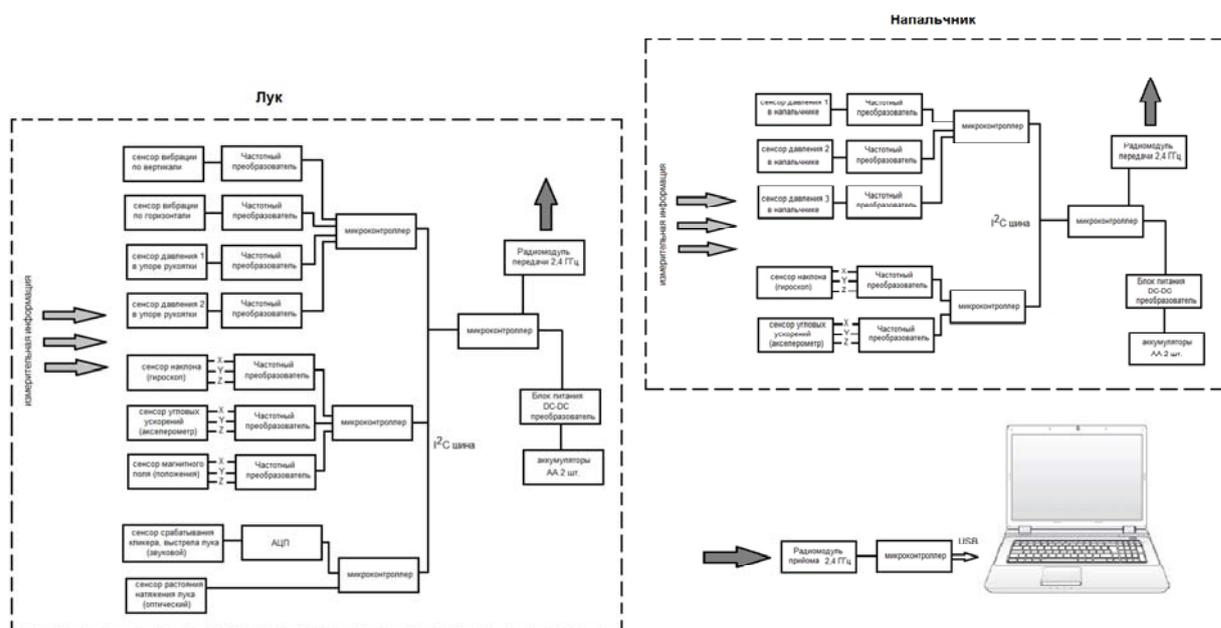


Рис.2. Блок-схема радіозиміральної інформаційної системи моніторингу фізичної підготовки спортсмена-стрелка із лука

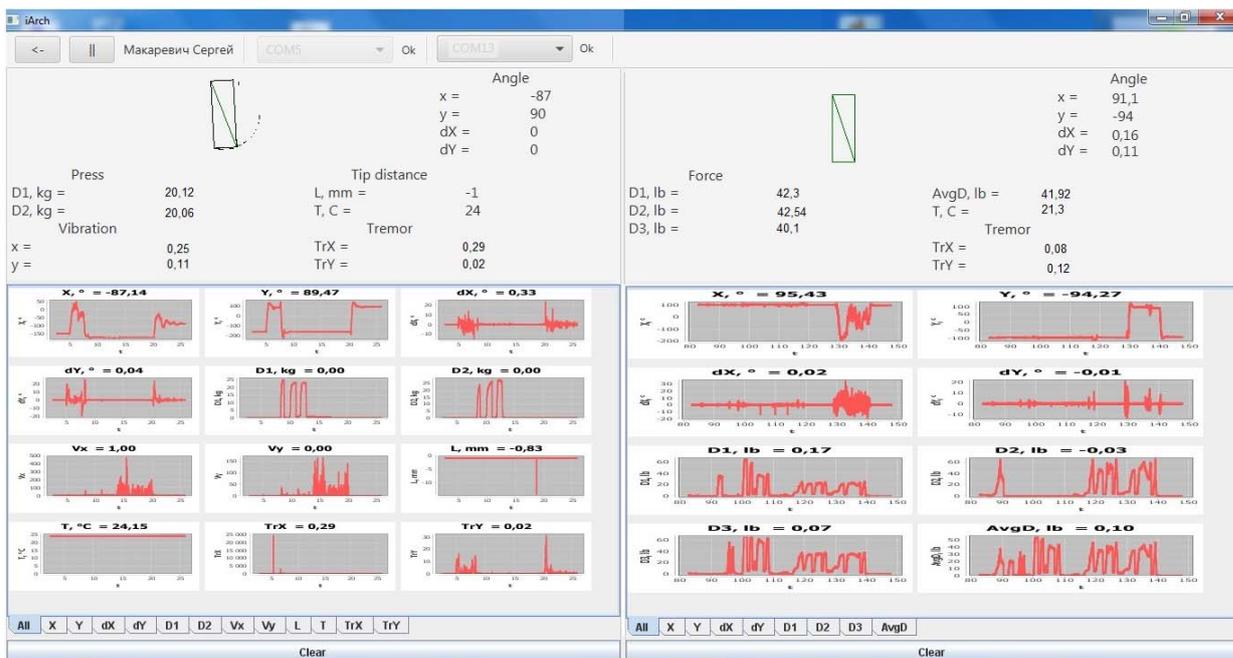
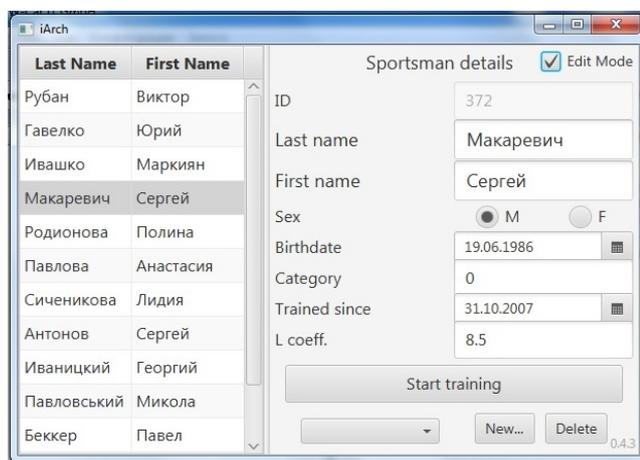


Рис.3. Інтерфейс програми iArch для отримання, обробки та візуалізації даних

3. Определение изменения положения кисти растягивающей лук руки – по трем осям  $(x, y, z) \pm 0,1^0$ .
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. Определение давления на накладку рукоятки лука и распределение давления вверх или вниз на рукоятку.
9. Удержание лука в статическом положении на время до потери стабильности и появления тремора мышц.
10. Возможность определения ухода прицела за область прицеливания "10-9", "8-7" на различных дистанциях 30 м, 50 м, 70 м, 90 м.
11. Определение изменения положения (наклона) лука – по трем осям  $(x, y, z) \pm 0,1^0$ .
12. Определение времени от щелчка кликера до выстрела.
13. Определение концевки выхода из под кликера стрелы –  $2,5..0,1$  см  $\pm 0,5$  мм.
14. Определяется ускорение и направление выхода лука из кисти руки при выстреле – по трем осям  $(x, y, z) \pm 0,1^0$ .

Разработано оригинальное программное обеспечение радиоизмерительной системы. Программа iArch проста в использовании и не требует особой подготовки и обучения. На рис. 3 представлен скриншот окон интерфейса программы. Программа работает под различными операционными системами: Windows XP (SP1, SP2, SP3), Windows 7 (32 bit, 64 bit), Windows 8, Linux. Драйвера подключения прибора к компьютеру также как и программа iArch являются оригинальной разработки.

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.

#### Выводы

Разработана радиоизмерительная информационная система мониторинга физической подготовки и определения мышечной памяти спортсменов, которая предназначена для анализа и определения основных характеристик системы "лук-стрелок" в реальном масштабе времени. С помощью разработанной радиоизмерительной 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. 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.
2. Виноградский Б.А. Вдосконалення технічної майстерності лучників методом сенсорної корекції // Актуальні проблеми фізичного виховання у ВНЗ. – Донецьк, 1995 – с. 97-98.
3. Шилин Ю.Н. Спортивная стрельба из лука. Теория и методика обучения: Учебное пособие / Ю.Н. Шилин, Е.Н. Белевич. – М. : ТВТ Дивизион, 2014. –280 с.
4. Сыманович П.Г. Теоретические и методические основы многолетней подготовки стрелков из лука: Монография / П.Г. Сыманович. –Мн. : БНТУ, 2005. –170 с.
5. Осадчук О.В. Мікроелектронні частотні перетворювачі на основі транзисторних структур з від'ємним опором / О.В. Осадчук. – Вінниця : «Універсум-Вінниця», 2000. – 303 с.
6. Осадчук В.С. Сенсори тиску і магнітного поля: Монографія / В.С. Осадчук, О.В. Осадчук. – Вінниця: «Універсум-Вінниця», 2005. – 207 с.
7. Патент на корисну модель №83356 України, МПК G01R 31/315. Вимірювач тиску з активним індуктивним елементом / Осадчук В.С., Осадчук О.В., Осадчук Я.О. Заявка № u201300303; Заяв. 09.01.2013; Пр. 18.04.13. Оpubл.10.09.13 Бюл.17.

#### References

1. Suchasna strategiya ta innovatsiyni tehnologiyi fizichnogo vdoskonalennya studentskoyi molodi: nauk. monografiya za materialami Mizhnar. simp. Odesa 16-17 ver. 2010. / Za red. R.T.Raevskogo. – Odesa : Nauka i tehnika, 2010. –512 s.
2. Vinogradskiy B.A. Vdoskonalennya tehnichnoi maysternosti luchnikov metodom sensornoyi korektsiyi // aktualni problemi fizichnogo vihovannya u VNZ. – Donetsk, 1995 – s. 97-98.
3. Shilin Yu.N. Sportivnaya strelba iz luka. Teoriya i metodika obucheniya: Uchebnoe posobie / Yu.N. Shilin, E.N. Belevich. – M. : TVT Divizion, 2014. –280 s.
4. Syimanovich P.G. Teoreticheskie i metodicheskie osnovy mnogoletney podgotovki strelkov iz luka: Monografiya / P.G. Syimanovich. –Mn. : BNTU, 2005. –170 s.
5. Osadchuk O.V. Mikroelektronni chastotni peretvoryuvachi na osnovi tranzistornih struktur z vid'emnim oporom / O.V. Osadchuk. – Vinnitsya : «Universum-Vinnitsya», 2000. – 303 s.
6. Osadchuk V.S. Sensori tisku i magnitnogo polya: monografiya / V.S. Osadchuk, O.V. Osadchuk. – Vinnitsya : «Universum-Vinnitsya», 2005. – 207 s.
7. Patent na korisnu model №83356 Ukrayini, MPK G01R 31/315. Vimiryuvach tisku z aktivnim induktivnim elementom / Osadchuk V.S., Osadchuk O.V., Osadchuk Ya.O. Zayavka № u201300303; Zayav. 09.01.2013; Pr. 18.04.13. Opubl.10.09.13 Byul.17.