

ІНФОРМАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГЕТИЧНІ АСПЕКТИ АНАЛІЗУ СКЛАДНО-КООРДИНАЦІЙНИХ РУХІВ СТРІЛЬЦІВ

Лопатьєв А. О., Власов А. П., Трач В. М.

Львівський державний університет фізичної культури

DOI: 10.17309/tmfv.2013.4.1032

Анотація. В статті розглядаються складно-координатні рухи стрільців з точки зору систем, в яких відбуваються процеси обміну енергією та інформацією. Використаний зв'язок між зміною ентропії системи та поступленням інформації. Наведені приклади зменшення невизначеності системи за рахунок збільшення обсягу інформації, яка в неї вводиться.

Ключові слова: біологічні системи, інформація, енергія, стрілець, програмно-апаратні комплекси.

Постановка проблеми. Вдосконалення техніки виконання пострілу залишається одним з головних пріоритетів та резервів по кращення результативності у стрілецьких видах спорту. Для вирішення завдань формування оптимальної техніки стрільця особливе значення має розробка нових та вдосконалення відомих методичних прийомів, які вже зарекомендували свою ефективність. Окрім розробки відповідних методичних прийомів важливе значення має наукове пояснення того, на основі яких психо-фізіологічних механізмів здійснюється їх застосування (Калиніченко О. М., Лопатьєв А. О., 2012; Власов А. П., Лопатьєв А. О., Трач В. М. Бретц К., 2012).

Але позаувагою залишаються інформаційні та енергетичні аспекти аналізу складно-координатних рухів стрільців.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В сучасній науці сформувалась концепція наукового мислення, яку називають екологічно-системною або цілісною, а саме розгляд складних, але цілісних об'єктів як системи, тобто взаємодіючих елементів, виявлення та вивчення зв'язків між елементами системи і зведення їх в єдину теоретичну картину.

Суттєвим моментом у такому підході є включення людини та відповідні спрощення-ускладнення при розгляді певних моделей. Ідея, що дозволила узагальнити та органічно об'єднати висновки багатьох наук і зробила цілісне уявлення про Всесвіт та роль і місце в цій системі людини набуло розвиток у роботах В.Вернадського про біосферу та ноосферу (Вернадский В.И., 2001).

Якщо слідувати за К.Боулінгом то розрізняють дев'ять рівнів систем в якій рівень «людини» відповідає сьомому рівню та характеризується самосвідомістю та здатністю творити, сприймати та інтерпретувати символи (Старш О.Г., 2005).

При взаємодії тіл, в тому числі і біологічних, має місце взаємна передача певної кількості енергії. Останнє можливо у вигляді роботи або тепла, а також через взаємодію з навколишнім середовищем. В процесі механічних взаємодій обмін енергією відбувається не тільки на фоні дії гравітаційних сил, але і при участі пов'язаних з ними сил взаємодії матеріальних мас біологічних та оточуючих їх багато чисельних об'єктів середовища. Робота в даному випадку розглядається як впорядкована форма передачі енергії. Так як існують відомі еквівалентні співвідношення між механічним, тепловими та іншими впливами на любу біологічну систему, то можна характеризувати практично всі види руху матерії за допомогою визначення її енергії. Енергія є міра або узагальнена характеристика різноманітних фізичних форм руху, що залишається незмінною при їх взаємних переходах.

Всі без виключення закони обміну та переходу енергії підпорядковуються законам термодинаміки. Зміну внутрішньої енергії (dU) термодинамічного тіла внаслідок виконання механічної роботи, обміну енергією у формі тепла та обміну енергією при змінні мас можна записати у вигляді

$$dU = TdS - PdV + \sum_{k=1}^n \mu_k dm_k$$

де S — ентропія, T — абсолютна температура, P — тиск, V — об'єм, m_k — компонента маси, μ_k — хімічний потенціал.

Стабільність всякої біологічної системи, в тому числі і системи організму людини, суттєво залежить від того, яким способом та яку кількість енергії вона отримує з оточуючого середовища. Людина з цієї точки зору відрізняється своїми можливостями отримувати енергії більше ніж потрібно для її існування.

Процес наукового пізнання складається з двох взаємно пов'язаних процесів — аналізу стану

об'єкта та синтезу нових його властивостей, які підпорядковані певній меті. Об'єкт дослідження в науці, в якості основного елемента в якому є людина, вимагає застосування зусиль інших наук для того щоб розробити свій специфічний метод аналізу. Проведемо деякі аналогії між такими науками як термодинаміка та теорія інформації, де з'явилися певні визначення та принципи, що на нашу думку можуть бути корисними для аналізу рухових дій людини.

При описі стану складної системи, яка складається з великої кількості взаємодій між частинками виникла потреба введення деякої функції стану — ентропії. Під останньою можна розуміти міру переходу упорядкованих форм руху речовини в хаотичний (тепловий) рух. Зв'язок між ентропією та ймовірністю стану системи здійснюється через логарифмічну функцію.

Однією з головних властивостей біологічних систем до яких належить людина — це структурна та функціональна складність. Прояви складності різноманітні та пов'язані з великою кількістю можливих станів, які характеризуються станами елементів, що утворюють біосистему та станами зв'язків між елементами. Зі складністю пов'язані багатомірність та багато пов'язаність біосистем, що виявляється у великій кількості різнорідних параметрів, які характеризують дану біосистему та у різноманітності зв'язків між однорідними та різнорідними параметрами.

Складні системи можна охарактеризувати її різноманітністю, під якою розуміють кількість станів, які може приймати система. Число станів достатньо складної системи велике, тому під кількісною мірою системи розуміють не число її станів, а логарифм цього числа. Тобто якщо число станів дорівнює n , то складність системи H_{\max} визначається, як $H_{\max} = \log n$.

Оцінка складності щодо числа станів системи не виявляє в якому з можливих станів знаходиться система і в якій вона перейде в наступний час. Нехай система, що знаходиться в одному із структурних станів приймає будь-який з n функціональних станів. Якщо довго спостерігати систему, то за частотою появи функціональних станів можна приблизно робити висновок про ймовірність знаходження її у цих станах p_i . Під неозначеністю (ентропією) функціонування системи розуміють:

$$H = - \sum_{i=1}^n p_i \log p_i .$$

Усі функціональні стани утворюють повну систему подій $\sum_{i=1}^n p_i = 1$. Якщо система частіше знаходиться в l -стані, то $p_l \rightarrow 1$. У граничному випадку,

коли p_l дорівнює нулю ентропія $H = 0$ і система стає детермінованою. Якщо система байдужа до своїх станів, то неозначеність набуває максимального значення $H = H_{\max}$. Таким чином $0 \leq H \leq H_{\max}$.

У визначенні ентропії логарифм може бути при будь-якій основі більшій одиниці. Зміна основи рівносильна простому добутку ентропії на постійне число. У конкретних застосуваннях в якості міри невизначеності використовують логарифм з двійковою основою. Це означає, що за одиницю виміру прийнято невизначеність системи з двома рівно ймовірними станами. Вона називається двійковою одиницею або бітом. Ентропія системи, що має 256 рівно ймовірних станів дорівнює восьми бітам або одному байту.

Рівність ентропії нулю означає, що стан даної системи заздалегідь відомий. Очевидно, що отримання повідомлень про стан системи зменшує її невизначеність. Чим більше повідомлень, тим менше невизначений стан системи. Тому природньо вимірювати кількість інформації зменшенням ентропії системи. Інформація одержувана в результаті з'ясування стану системи дорівнює зміні ентропії в сторону її зменшення: $I(X) = \Delta H(X)$, де $X(x_i)$ — множина станів. Тобто кількість інформації, що одержується при повному з'ясуванні стану системи дорівнює її ентропії. Таким чином існує глибокий зв'язок між ентропією та інформацією, а невизначеність системи можна розглядати, як недостатність інформації.

Рухова дія в стрілецьких видах спорту це усвідомлений і цілеспрямований прояв рухової активності стрільця, метою кого є влучення в центр мішені або досягнення абсолютного сумарного результату. Для зниження невизначеності і відповідного зменшення ентропії досліджуваної системи «стрілець — зброя — результат» необхідно збільшити кількість інформації яка від неї поступає та підвищити швидкість її обробки з можливістю подальшого опрацювання і оперативного прийняття рішень для найбільш ймовірного досягнення перемоги. В тренувальній та змагальній практиці це забезпечується сучасними програмно-апаратними комплексами, які надають змогу синхронізовано досліджувати суттєві ланки системи. Чим більша кількість таких комплексів, тим більше отримуємо достовірної інформації і тим більша ймовірність успіху. Слід враховувати, що застосовувані комплекси мають вносити мінімальні зовнішні збурення в досліджуваний об'єкт, тобто в першу чергу не заважати спортсмену виконувати його основне завдання.

Особливістю біологічних систем управління є наявність взаємозв'язаних контурів з позитивним зворотним зв'язком. Цю особливість можна вигідно використовувати, розробляючи методи корекції

рухових дій стрільців за рахунок свідомого залучення впливу зворотного зв'язку в першу чергу під час тренувальної діяльності. В останні роки технологія біологічного зворотного зв'язку почала успішно застосовуватися в спорті вищих досягнень. Тренери-професіонали за допомогою педагогічних засобів досить ефективно вирішують завдання опанування технічною майстерністю спортсменом. На відміну від цього завдання, керуванням психофункціональним станом спортсмена, а саме можливістю управління руховими діями в умовах емоційного збудження і негативного впливу зовнішніх умов, яке є по-суті майстерністю управління диханням та пульсом і може контролюватися з допомогою інструментальних засобів, справи йдуть незадовільно. Як правило, навик управління психофункціональним станом виробляється шляхом проб і помилок в процесі тренувальної діяльності та змагань. Для прискореного оволодіння спортсменом цим навиком під час тренувань потрібно застосовувати on-line інформаційний біологічний зворотній зв'язок, який в наших умовах забезпечується оптоелектронним тренажером, сучасними телеметричними системами кардіомоніторингу та відеоаналізу рухових дій.

Область застосування такого підходу обмежена під час змагальної діяльності, що регламентовано правилами змагань. При цьому зростання обсягу аналізованої інформації можна досягти шляхом збільшення часу спостереження дозволеними засобами контролю з певними втратами оперативності її обробки. Невизначеність в процесі змагальної діяльності можна зменшити шляхом проведення спостереження над досліджуваною системою під час виконання стрілецьких вправ у різних умовах.

Практична реалізація вищенаведених теоретичних викладок у стрілецьких видах спорту полягає у одночасному застосуванні декількох інструментальних методик для оперативного візуального контролю та аналізу, як функціонального стану спортсмена, так і процесу прицілювання та результату виконання ним тренувальної вправи (Власов А.П., Виноградський Б.А., Демічковський А.П. Лопатьев А.О., 2010). Збільшення кількості синхронно одержаної інформації в момент виконання пострілу спортсменом зменшує невизначеність системи і після відповідної корекції повинно сприяти підвищенню результату. В наших експериментах досліджувались рухові дії висококваліфікованих спортсменів з кульової стрільби під час виконання вправ на тренуваннях та всеукраїнських змаганнях.

Матеріали і методи.

Мета дослідження: визначити взаємовплив-взаємодію стрільця в енерго-інформаційному просторі під час тренувальної та змагальної діяльності.

Результати та їх обговорення. Досліджувались рухові дії стрільців високої кваліфікації із відповідними на момент спостереження індивідуальними психоемоційним та функціональним станами під час виконання вправ на тренуваннях та змаганнях. Спостереження проводились на тренуваннях і всеукраїнських змаганнях. Для характеристики функціонального стану стрільця використано аналіз роботи серцево-судинної системи, який кількісно характеризувався частотою серцевих скорочень (ЧСС), що знімалась у динамічному режимі пульсометром Polar RS800 з посекудною дискретизацією часу. Одержані результати за допомогою програмного пакету Polar ProTrainer 5 через інфрачервоний порт переносились на ноутбук, де відбувалась їх оперативна обробка і накопичення. Одночасно з моніторингом ЧСС цифровою відеокамерою Sony DCR-XR150E проводилась відеозйомка техніки виконання стрілецьких вправ. Відзняті фрагменти виконання тренувальних вправ спортсменами імпортувались в комп'ютер, де попередньо оброблялись за допомогою спеціалізованої програми Picture Motion Browser (Sony). В подальшому відбувалась комп'ютерна обробка відеоматеріалів за допомогою програмного пакету Dartfish Connekt 4.5, який надає можливість виокремлення основних кадрів, для яких наявні опції фіксації часу і маркерного аналізу рухів. Такий підхід дозволив провести покadroвий аналіз виконання стрілецької вправи з періодичністю в 20 мс і синхронізовано визначити значення частоти серцевих скорочень, які характеризують функціональний стан спортсмена під час виконання стрілецької вправи. Оптико-електронним тренажерним комплексом SCATT проводили запис процесу прицілювання кожного пострілу та його результат. Цей пристрій допомагає спортсмену оперативно відслідковувати помилки, що виникли у процесі прицілювання й обробки пострілу, та їх уникати.

Приклад оперативно отриманої інформації на робочому вікні програми Polar ProTrainer 5 із синхронізованим відеознімком шостого пострілу із пневматичного пістолета під час виконання спортсменкою другої тренувальної серії із десяти пострілів показано на рис.1. Фіксація траєкторії точки прицілювання та результату пострілу оптоелектронним тренажером SCATT необхідні для контролю результативності і забезпечення біологічного зворотнього зв'язку під час тренувального процесу, який доповнюється синхронним записом ЧСС спортсменки за допомогою пульсометра Polar RS800 і відеоаналізом техніки виконання нею стрілецької вправи. Такий підхід під час тренувань сприяє ефективному усвідомленню спортсменом своїх рухових дій, їх синхронізації з відповідним станом серцево-судинної системи, виокремленню

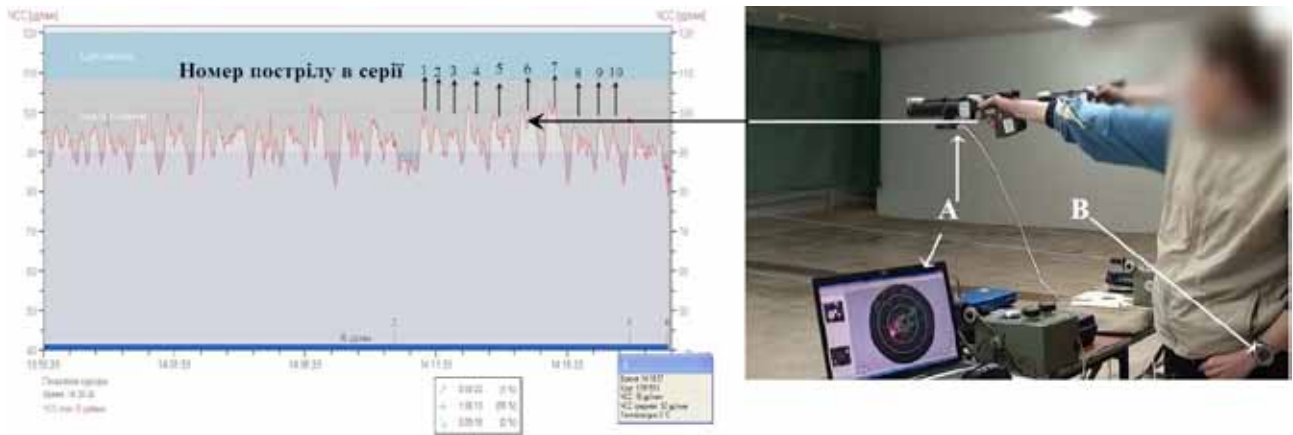


Рис. 1. Фрагмент пульсограми спортсменки із синхронізованим кадром розташування її тіла в момент виконання шостого пострілу у другій серії

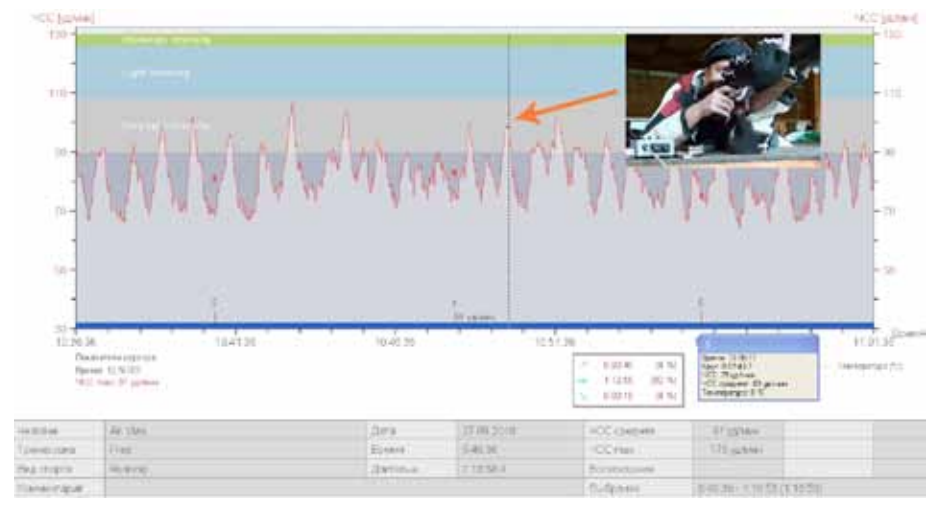


Рис. 2. Фрагмент пульсограми під час виконання стрільцем змагальної вправи з позиції лежачи



Рис. 3. Фрагмент пульсограми під час виконання стрільцем змагальної вправи з позиції стоячи

ефективних по результату та закарбуванню в пам'яті відповідного психофункціонального стану, який був найбільш сприятливим для досягнення успіху. Управління ЧСС з допомогою дихальних

вправ, швидка корекція помилок підвищує психо-емоційну стійкість спортсмена та повинна сприяти результативності стрільби. Це сприяє росту технічної майстерності, що надає можливість досягнути

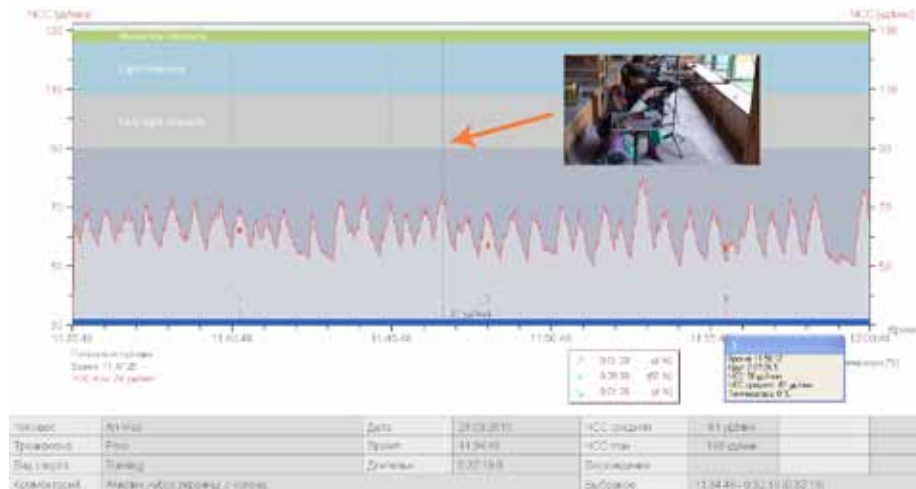


Рис. 4. Фрагмент пульсограми під час виконання стрільцем змагальної вправи з коліна

в подальшому максимального результату під час відповідальних змагань (рис. 1).

Під час змагальної діяльності здійснено відеоаналіз рухових дій та кардіомоніторинг стрільця високої кваліфікації під час виконання ним трьох змагальних вправ на Кубку України 2010 року.

Роль тренера та вплив зовнішніх факторів. Слід відзначити, що в процесі виконання спортсменом аналогічних тренувальних вправ у цьому ж тирі напередодні змагань значення ЧСС були приблизно на 10% нижчими. Така поведінка ЧСС характеризує вплив психоемоційних факторів на діяльність спортсмена. Характерною особливістю одержаних пульсограм є зниження середнього значення ЧСС в напрямі виконання вправ — лежачи (рис.2), стоячи (рис. 3) і з коліна (рис.4).

Одержання високих і стабільних результатів можливо, як правило, тільки в процесі багаторічних і систематичних тренувань, які характеризуються великими обсягами та високою інтенсивністю. Для того щоб процес був ефективним, стрільці високої кваліфікації у тісній співпраці із тренерами зобов'язані протягом всієї своєї спортивної кар'єри суворо дотримуватися загального і спортивного режиму, працювати над підвищенням рівня своєї професійної майстерності і використовувати при цьому новітні технології.

Висновок. Наведений підхід до вивчення системи «стрілець — зброя — мішень» дозволяє застосовувати загальні методи дослідження складних об'єктів різної природи. Показані шляхи зменшення ступеня невизначеності системи у стрільцьких видах спорту.

Список літератури

1. Вернадский В.И. Биосфера: Сборник научных трудов В.И. Вернадского. — М.: Ноосфера, 2001. — 245 с.
2. Старіш О.Г. Системологія. — К: Національний університет «Острозька академія», 2005. — 232 с.
3. Власов А.П. Аналіз рухових дій при виконанні стрілецьких вправ / Власов А.П., Виноградський Б.А., Демічковський А.П. Лопатьев А.О. // Вісник Чернігівського державного університету. Сер. А: Педагогічні науки. Фізичне виховання і спорт. — Чернігів, 2010. — Вип. 81. — С. 561-565.
4. Власов А. П. Рухові дії стрільців та моделювання біологічних систем / А. П. Власов, А. О. Лопатьев, В. М. Трач, К. Бретц // Моделювання та інформаційні технології у фізичному вихованні і спорті: Матеріали VIII Міжнародної наукової конференції (28 лютого 2012 року, м. Львів—Харків) / Львів. держ. ун-т фіз. культури, Харк. нац. пед. ун-т ім. Г.С. Сковороди. — Харків: «ОВС», 2012. — С. 15—18. Режим доступу: <http://www.tmfv.com.ua/modeling/article/view/883>

References

1. Vernadskiy, V. (2001). Biosfera: Sbornik nauchnykh trudov V. I. Vernadskogo. M.: Noosfera, 245.
2. StarIsh, O. G. (2005). Sistemologiya. K: Natsionalniy unIversitet «Ostrozka akademIya», 232 c.
3. Vlasov, A.P., Vinogradskiy, B.A., Demichkovskiy, A.P., & Lopatev A.O. (2010). Analiz ruhovih diy pri vikonanni striletskih vprav. *Visnik Chernigivskogo derzhavnogo universitetu. Ser. A: Pedagogichni nauki. Fizichne vihovannya i sport*. Chernigiv, (81), 561-565.
4. Vlasov, A. P., Lopatev, A. O., Trach, V. M., & Bretts, K. (2012). Ruhovi diy striltsiv ta modelyuvannya biologichnih sistem. *Modelyuvannya ta informatsiyi tehnologiyi u fizichnomu vihovanni i sporti: Materiali VIII Mizhnarodnoyi naukoyi konferentsiyi (28 lyutogo 2012 roku, m. Lviv—Kharkiv) / Lviv. derzh. un-t fiz. kulturi, Khark. nats. ped. un-t im. G.S. Skovorodi*. Kharkiv: "OVS", 15—18. Rezhim dostupu: <http://www.tmfv.com.ua/modeling/article/view/883>
5. Kalinichenko, O. M., & Lopatev, A. O. (2012). Obgruntuvannya psiho-fiziologichnih mehanizmiv

5. Калиніченко О. М., Лопатьєв А. О. Обґрунтування психо-фізіологічних механізмів застосування методичних прийомів вдосконалення рухових навичок стрільців /О. М. Калиніченко, А. О. Лопатьєв // Теорія та методика фізичного виховання. — 2012. — № 1. — С. 37—44. Режим доступу: <http://www.tmfv.com.ua/journal/article/view/765>
- zastosuvannya metodichnih priyomiv vdoskonalennya ruhovih navichok striltsiv. *Teoria ta metodika fizicnogo vihovanna* [Theory and methods of the physical education] (1), 37—44. Rezhim dostupu: <http://www.tmfv.com.ua/journal/article/view/765>

ИНФОРМАЦИОННЫЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АНАЛИЗА СЛОЖНО-КООРДИНАЦИОННЫХ ДВИЖЕНИЙ СТРЕЛКОВ

Лопатьєв А.А., Власов А.П., Трач В.М.

Львовский государственный университет физической культуры

Реферат. Статья: 6 с., 4 рис., 5 источников.

В статье рассматриваются сложно-координационные движения стрелков с точки зрения систем в которых происходят процессы обмена энергией и информацией. Использована связь между изменением энтропии системы и поступлением информации. Приведены примеры уменьше-

ния неопределенности системы за счет увеличения объема вводимой в нее информации.

Ключевые слова: биологические системы, информация, энергия, стрелок, программно-аппаратные комплексы

INFORMATION AND ENERGY ASPECTS OF ANALYSIS OF COMPLEX COORDINATION MOVEMENTS IN ARCHERY

Lopat'ev A. A., Vlasov A. P., Trach V. M.

Lviv State University of Physical Culture

Report. Article: 6 p., 4 fig., 5 sources.

We consider complex coordination movements of archers as systems undergoing energy and information exchange processes. Connection between system entropy change and information input is employed during analysis. Examples are provided of

cases when system entropy decreases with increase of information input.

Keywords: biological systems, information, energy, archer, software-hardware complex

Інформація про авторів:

Лопатьєв А.О.: anvitvl@ukr.net; Львівський державний університет фізичної культури, вул. Костюшко, 11, м. Львів, 79007, Україна.

Власов А.П.: anvitvl@ukr.net; Львівський державний університет фізичної культури, вул. Костюшко, 11, м. Львів, 79007, Україна.

Трач В.М.: anvitvl@ukr.net; Львівський державний університет фізичної культури, вул. Костюшко, 11, м. Львів, 79007, Україна.

Цитуйте статтю як: Лопатьєв А. О. Інформаційні та енергетичні аспекти аналізу складно-координаційних рухів стрільців / Лопатьєв А. О., Власов А. П., Трач В. М. // Теорія та методика фізичного виховання. — 2013. — № 4. — С. 19—24. DOI: <http://dx.doi.org/10.17309/tmfv.2013.4.1032>

Стаття надійшла до редакції: 15.12.2013 р.