

**ЕНЕРГОІНФОРМАЦІЙНІ ТА ГРАВІТАЦІЙНІ
ВЗАЄМОДІЇ У ФУНКЦІОНУВАННІ СИСТЕМИ
«СТРІЛЕЦЬ – ЗБРОЯ – МІШЕНЬ»**

Лопатьєв А.О., Власов А.П., Демічковський А.П.
Львівський державний університет фізичної культури
Центр математичного моделювання
Інституту прикладних проблем механіки
і математики ім. Я.С.Підстригача

Вступ. Людина розглядається як відкрита термодинамічна система, що може обмінюватися із зовнішнім середовищем енергією та інформацією, та знаходиться в гравітаційному полі Землі і взаємодіє з іншими полями. Якщо людина знаходиться в нерівноважному стані, то вона може отримувати енергію із зовнішнього середовища (в тому числі і гравітаційну енергію). Потрібно знайти оптимальний шлях досягнення стану реалізації індивідуальних можливостей спортсмена.

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, набула розвитку у роботах В.Вернадського про біосферу та ноосферу.

Інформаційним та енергетичним аспектам, що характерні для систем в стрілецьких видах спорту в останній час приділялося достатньо багато уваги (Калініченко, О.В., Лопатьєв, А.О. 2012; Власов, А.П., Лопатьєв, А.О., Трач, В.М., Бретц, К., 2012; Лопатьєв, А.О., Власов, А.П., Трач, В.М., 2013).

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, тепло-

вими та іншими впливами на будь-яку 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.

Зміну внутрішньої енергії термодинамічного тіла внаслідок виконання механічної роботи, обміну енергією у формі тепла та при наявності масопереносу наведено у роботі Лопатьєв, А.О., Власов, А. П., & Трач, В. М. [2].

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.

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 такої складності різноманітні та пов'язані з великою кількістю можливих станів, які характеризуються станами окремих елементів, що утворюють біосистему та станами зв'язків між елементами. Складність обумовлена багатомірністю та взаємозв'язністю біосистем, що виявляється у великій кількості різнорідних параметрів, які їх характеризують.

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. Визначення складності власне числа станів системи не виявляє в якому з можливих станів знаходиться система і в якій вона перейде в наступний час [2, 3, 7].

В теорії інформації під неозначеністю (ентропією) функціонування системи розуміють певне співвідношення між ймовірністю знаходження її в певному стані та логарифмом цієї величини.

Рівність ентропії нулю означає, що стан даної системи заздалегідь відомий. Очевидно, що отримання повідомлень про стан си-

стеми зменшує її невизначеність. Чим більше повідомлень, тим менше невизначений стан системи. 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.

Значний інтерес для пізнання закономірностей рухової активності людини представляє вивчення його рухів щодо гравітаційного поля [1].

Зроблена спроба використання кібернетичного підходу для пояснення феномена життя з позицій існуючих в організмі людини біоенергоінформаційних та польових структур. Організм людини у всій його складності розглядається як відкрита інформаційна система (Човнюк, Ю.В. [4]).

Взаємодія основних елементів організму складається з двох підсистем: інформаційно-кібернетична та метаболічна.

Кібернетична система організму реалізує процеси управління для отримання корисних результатів двох типів. Мета одного типу — це збереження виду до якого належить організм. Результати дії другого типу скеровані на збереження життя та нормального функціонування самого організму. Наявність кібернетичного рівня управління дозволяє організмові зберігати свою структуру та функції в дуже широкому діапазоні умов.

Відкрита система визначається як фізична система, через яку можуть протікати потоки енергії та ентропії. При достатньо великих потоках в таких системах можуть виникати явища нелінійної самоорганізації.

Такі системи нерівноважні і володіють складною динамічною поведінкою. Для опису таких систем динамічний та інформаційний аспект відіграють однаково важливу роль. Приходимо до проблеми сумісної дії на систему сил та інформації в умовах сильного відхилення від термодинамічної рівноваги. Взаємодія нелінійних динамічних процесів в таких системах часто приводить до самоорганізації [4,5].

А.М. Лапутін [1] розглядає шляхи розширення можливостей людини за рахунок раціонального використання енергетичного потенціалу оточуючого середовища. В якості джерел енергетичних ресурсів пропонується використання запасів енергії гравітаційних взаємодій.

В ході еволюції організм людини став однією з найбільш енергозабезпечених біологічних систем, щодо маси свого тіла. Причому,

мова йде не про загальну кількість енергії, а насамперед про енергію найбільш високої якості. Тіло людини, розташовується перпендикулярно площини земної поверхні. Порівняно мала площа опори, порівняно велика вертикальна протяжність осьового скелета, високо розташований центр мас тіла обумовлюють нестійкість ортоградної пози людини. У нього саме нестійка рівновага, утримати яке тільки рефлекторним скороченням м'язів практично неможливо. Для цього необхідна активна участь свідомості.

Ортоградне становище людини як біологічної системи відрізняється вкрай вигідним розташуванням його тіла в просторі середовища проживання. У ході еволюції найбільших успіхів у розвитку досягли ті організми, вдосконалення тіла яких йшло саме в цьому напрямку. Це дозволило їм мати відносний максимум гравітаційної потенційної енергії, необхідної для успішної реалізації будь-якої рухової дії, для вирішення багатьох досить складних і енерговитратних рухових завдань. Приймаючи ортоградне вихідне положення, людина стає як би подібним стислій пружині, яка може в будь-який момент випрямиться, реалізувавши свій запас потенційної енергії, перетворивши його в кінетичну енергію руху.

Мала площа опори тіла і високо розташований центр мас — це і є нерівноважний стан біологічної системи на її макрорівні [1].

На основі узагальнення даних наукової літератури та досвіду передової спортивної практики показано, що одним з напрямків підвищення працездатності спортсменів є використання спеціальних біомеханічних засобів, методика застосування яких базується на знаннях фундаментальних законів фізики. Особлива увага приділена силам гравітації, а також оптимізації взаємодії тіла людини з гравітаційним полем Землі. Наголошується на необхідність більш глибокого представлення про енергетику людського організму та її термодинаміку. Пропонується стратегію процесу вдосконалення рухової функції людини будувати на фундаментальному біофізичному феномені суті живої матерії — її здатності накопичувати, перетворювати та витрачати гравітаційну енергію. Звернуто увагу на хвильові процеси накопичення гравітаційної енергії (Кашуба, В. [6]).

Мета дослідження: полягає у визначенні впливів зовнішніх (гравітаційне поле) та внутрішніх факторів на функціонування системи «стрілець – зброя – мішень».

Об'єкт дослідження: системи стрілецьких видів спорту, тренувальна та змагальна діяльність.

Результати та їх обговорення: досліджувалися рухові дії стрільців під час виконання вправ на тренуваннях та змаганнях. Для характеристики функціонального стану стрільців широко використовується аналіз роботи серцево-судинної системи, який кількісно характеризується частотою серцевих скорочень (ЧСС), що фіксується у динамічному режимі пульсометром Polar RS800 з посекудною дискретизацією часу. Такий підхід дозволяє провести покадровий аналіз виконання стрілецької вправи з періодичністю в 20мс і синхронізовано визначити значення ЧСС, які характеризують функціональний стан спортсмена під час виконання стрілецької вправи. Оптико-електронний тренажерний комплекс SCATT використовується для запису процесу прицілювання та фіксації його результату при пострілі, що допомагає спортсмену відслідковувати помилки та уникати їх [2].

Рухові дії мають значні відмінності в механічній і інформаційній підструктурах, що обумовлено специфікою рухових завдань та умов їх реалізації. Це дає підстави для розподілу рухових дій в спорті на три класи: повільні, швидкі та максимально швидкі. Під повільними розуміють такі дії, що не мають в руховому завданні вимог до швидкості руху і повністю керовані центральною нервовою системою. До цього класу рухових дій належать стрілецькі види спорту.

Рухове завдання дає логічну основу для ділення руху на два етапи, що мають різні рухові завдання. Етап доставки в усіх класах рухів пов'язаний з активною роботою м'язів. Етап реалізації є власне момент, в який реалізується точність. У рухових завданнях усі рухові дії містяться вимоги до відповідності рухів певним просторовим параметрам.

Етап доставки початковий, і характеризується тим, що в ньому вирішується завдання створення оптимальних умов для здійснення рухів наступного етапу. До таких умов відносяться, по-перше, прийняття найкращого положення тіла та його частин, відповідно до характеру рухів наступного етапу; по-друге, психологічне налаштування, необхідного для мінімізування моторної функції м'язів ланки, положення якої задає точність.

Етап реалізації, наступний, і пов'язаний з тонкими специфічними відчуттями кінематичних і динамічних характеристик рухів, базовими для яких є інформація кінестетичного, тактильного і зорового аналізаторів. Цей етап є власне етапом, в якому реалізується вихідне завдання.

Мала швидкість і, отже, велика тривалість повільного руху обумовлюють його сильну залежність від сили тяжіння. Із закінченням етапу доставки виникає необхідність утримання ланки, що здійснює рух у етапі реалізації в досягнутому положенні. Це, без сумніву, призводить до паралельного функціонування двох програм руху під час фіксації ланки, здійснюючої рух у етапах доставки і реалізації.

Таким чином, завданням першого етапу доставки руху є тільки прийняття оптимального положення частин тіла, що визначають точність, а другого етапу реалізації — співпадає із метою усього руху, та здійснюється шляхом зміни напруження невеликої локальної обмеженої групи м'язів – згиначів пальців.

В стрілецькому спорті необхідно використовувати технологічний прогрес і передові аналітичні методи для глибшого розуміння фізіологічних і біомеханічних процесів, які відбуваються з спортсменом під час тренувань та змагань.

Звернемо увагу на можливу модель процесу виконання пострілу або умовний розподіл процесу виконання рухової дії у часі на фази. Перша фаза починається з моменту початку зарядки зброї до моменту прийняття напоготівки. У цей часовий проміжок спортсмен заряджає зброю, подумки представляє структуру наступних рухів, виконує ряд дій, пов'язаних із закріпленням ніг, розслабленням м'язових груп, що не беруть участь, і здійснює підйом зброї. Друга фаза — фаза підготовки до виконання пострілу, в якій спортсмен приймає напоготівку, а саме перевіряє взаємне розташування частин тіла, виконує дихальні рухи, затримує дихання, здійснює грубе наведення зброї. Третя фаза полягає у виконанні стрільцем дій з наведення і утримання зброї в центрі мішені і натискання на спусковий гачок. В той же час спортсмен перевіряє і роботу різних м'язових груп, що беруть участь і не беруть участь в утриманні зброї, і приймає рішення або робити постріл, або відкласти. Фаза закінчується моментом пострілу. Четверта фаза розпочинається з утриманням зброї після пострілу і завершується початком заряджання зброї. Існує тісна залежність між етапами рухового завдання і його виконання у вигляді рухових дій а також фазами пострілу, перший етап охоплює першу і другу фази процесу виконання пострілу, а другий етап — третю і четверту фази.

На функціональний стан спортсмена значний вплив вносить кровообіг в серцево-судинній системі, яка характеризується ЧСС, дис-

толічним та систолічним тисками. На практиці існує необхідність в розрахунку параметрів руху рідини в гнучких трубках, зокрема судинах крові. Внутрішньосудинний тиск крові є одним з основних параметрів, за яким оцінюють стан функціонування серцево-судинної системи. Між артеріальним тиском, об'ємною швидкістю крові та опором судини існує певна функціональна залежність. Очевидно, що поряд з цими параметрами на процес руху крові мають вплив і інші параметри, зокрема, сила гравітації, еластичність судин, траєкторія руху, тощо. Відмінною особливістю характеристики серцево-судинної системи є вимога обчислювати всі складові параметри в кількісному виді. Для цього побудовані адекватні математичні моделі процесу руху крові в судинах. Однією із задач, які можуть бути розв'язані на базі математичних моделей, є введення лікарських препаратів.

Внутрішньоартеріальне введення лікарських препаратів (у порівнянні із іншими способами) може забезпечити швидку та цільову доставку препарату у конкретну ділянку організму, створити високу локальну концентрацію введеної речовини та запобігти швидкій інактивації або виведенню введеної речовини. Особливого значення ці переваги набувають при необхідності введення нестабільних, або загальнотоксичних речовин. Розподіл введеної речовини у органи-мішені (а в подальшому і в організмі) залежать від властивостей речовини параметрів організму і органу, основними із яких є діаметр і форма кровоносних судин біля місця введення речовини, кількість розгалужень судини, тиск крові, в'язкість крові.

Висновок. Запропонований підхід дозволяє застосовувати загальні методи дослідження до вивчення функціонування системи «стрілець – зброя – мішень» з врахуванням енергоінформаційної та гравітаційної взаємодії. Визначення кількісних характеристик при розгляді енергоінформаційної взаємодії зменшує невизначеність системи та визначає її функціонування.

Напрямок подальших досліджень — пошук взаємозв'язків між результатами виступів спортсмена і його функціональним станом під час виконання тренувальних та змагальних вправ. Оптимізація рухових можливостей стрільців за рахунок використання енергетичного потенціалу який існує в оточуючому середовищі у вигляді запасів енергій гравітаційних взаємодій.

Література

1. Лапутин, А.Н. (1999). Гравитационная тренировка. К.: Знання, 315.
2. Лопатьев, А.О., Власов, А. П., & Треч, В. М. (2013). Інформаційні та енергетичні аспекти складно-координаційних рухів стрільців. *Теорія та методика фізичного виховання*, (4) 19–24. doi: <http://dx.doi.org/10.17309/tmfv.2013.4.1032>
3. Власов, А.П. (2013). Інформаційні аспекти складно координаційних рухів у стрілецьких видах спорту. *Моделювання та інформаційні технології у фізичному вихованні і спорті: Матеріали ІХ Міжнародної наукової конференції (27 лютого 2013 року, м.Львів-Харків)*. Харків: «ОВС», 34–37.
4. Човнюк, Ю.В. (2009). Концептуальные основы формирования научного мировоззрения современного человека в области биомеханики спорта: I, II. Организм как открытая информационная система. *Моделювання та інформаційні технології у фізичному вихованні і спорті: Матеріали V електронної Всеукраїнської наукової конференції (4 березня 2009 року, м.Львів-Харків)*. Харків: «ОВС», 47–52.
5. Виноградський, Б.А., Лопатьев, А.О. (2008). Перспективи розвитку біомеханіки спорту у світлі ідей професора Лапутіна А.М. *Актуальні питання сучасної біомеханіки фізичного виховання та спорту. Серія: Педагогічні науки, Фізичне виховання та спорт*. Чернігів, (54), 29–33.
6. Кашуба, В. (2016). Инновационные технологии в современном спорте. *Спортивний вісник Придніпров'я*, (1), 46–57.
7. Khudolii, O.M., Ivashchenko, O.V., Iermakov, S.S., & Rumba, O.G. (2016). Computer simulation of junior gymnasts' training process. *Science of Gymnastics Journal*, 8 (3), 215-228.