Реалізація процесу розв'язання задачі в програмі Find системи комп'ютерної математики MathCAD дає можливість фахівцям галузі фізичного виховання і спорту (тренерам і спортсменам лучникам), які не мають відповідної математичної підготовки, використовувати запропоновану модель блочного лука й відповідні методи механіко-математичного моделювання у навчально-тренувальному процесі.

Висновки. З використанням методів механіко-математичного моделювання виявлено суттєвий вплив пружних властивостей тятиви й тросів на роботу блочного лука. Пружні властивості тятиви й тросів доцільно враховувати в рамках лінійної моделі пружної нитки. Шарнірно-стрижневий механізм з блоками та важелями може бути покладений в основу моделі блочного лука.

РУХОВІ ДІЇ СТРІЛЬЦІВ ТА МОДЕЛЮВАННЯ БІОЛОГІЧНИХ СИСТЕМ

Власов А.П.[1], Лопатьєв А.О.[1,2], Трач В.М.[1], Бретц К.[3]

[1]Львівський державний університет фізичної культури,

[2]Центр математичного моделювання ІППММ ім. Я.С.Підстригача НАН України

[3]Університет ім Саммелвейс, Будапешт

Стан проблеми. В сучасній науці сформувалась нова парадигма наукового мислення, яку називають екологічно системною або цілісною. Системний підхід це — розгляд складних, але цілісних об'єктів як систем, тобто взаємодіючих елементів, спрямованої на виявлення та вивчення зв'язків між елементами системи та зведення їх в єдину теоретичну картину.

Суттєвим моментом у такому підході є включення людини та відповідні спрощення-ускладнення при розгляді певних моделей. Концепція, 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.

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.

При взаємодії тіла людини з матеріальними тілами має місце взаємна передача певної кількості енергії. Останнє можливо у вигляді роботи або тепла, що в загальному є еквівалентними формами передачі енергії. Робота в даному випадку розглядається як впорядкована форма передачі енергії. Так як існують відомі еквівалентні співвідношення між механічними, тепловими, електричними 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 зміні мас можна записати у вигляді

$$dU = T\,dS - P\,dV + a\,\mu_{\kappa}\,dm_{\kappa},$$

де S — ентропія, T — абсолютна температура, P — тиск, V — об'єм, m_{κ} — компонента маси, μ_{κ} — хімічний потенціал.

Біологічні системи накопичують та віддають енергію через взаємодію з оточуючим 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 матеріальної маси кожного біологічного об'єкта з матеріальними масами багаточисельних інших об'єктів середовища.

Все, про що ми говорили вище, відноситься до матеріальної взаємодії та матеріального світу. Проблемами опису та інтерпретації матеріальної взаємодії і відображення займається фізика

Для більш глибокого розуміння того, що відбувається в оточуючому середовищі, вводиться поняття інформаційної взаємодії та інформації. А саме будь-яку взаємодію між об'єктами, у процесі якої один об'єкт передає деяку сутність, а інший цю сутність сприймає, називається інформацією. Найбільш загальними властивостями інформації як самостійного феномена є те, що інформація не може

існувати поза взаємодією об'єктів та інформація в рамках замкнутої системи не губиться жодним з об'єктів взаємодії і зберігається у форматі самої системи. Відповідно до цих властивостей випливає, що феномен інформації змушує усвідомити наявність довільної системи, яка є відкритою. Таким чином інформаційна взаємодія — фундаментальна форма відображення, а довільне середовище незалежно від рівня ієрархії речовин є інформаційним середовищем.

Рухова дія в стрілецьких видах спорту це усвідомлений і цілеспрямований прояв рухової активності стрільця, метою якого є влучення в центр мішені або досягнення абсолютного сумарного результату. 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 останні роки технологія біологічного зворотнього зв'язку (БЗЗ) почала успішно застосовуватися в спорті вищих досягнень. Завдання опанування технічною майстерністю спортсменом досить добре вирішується тренерами-професіоналами. З керуванням його психо-функціональним станом, по-суті майстерністю управління диханням і пульсом, яке може контролюватись з допомогою інструментальних засобів, справи йдуть незадовільно. Як правило, навик управління психофункціональним станом виробляється шляхом проб і помилок в процесі тренувальної діяльності та змагань. Швидке оволодіння цим навиком надає можливість спортсмену досягнути максимального результату, який може виникнути тільки при синхронізації його технічної майстерності і психофункціонального стану.

Мета дослідження: визначити взаємовплив-взаємодію стрільця та гравітаційного поля в інформаційному просторі.

Результати та їх обговорення. Нами проведено спостереження за функціональним станом стрільців високої кваліфікації і його корекція під час змагальної та тренувальної діяльності. Для цього застосовано синхронізовані дослідження функціонального стану спортсмена із відеоаналізом техніки виконання вправи. Функціональний стан, а саме тривалість R-R інтервалів та частота сердечних скорочень (ЧСС) стрільця, досліджувались у динамічному режимі пульсометром Polar RS800 з посекундною дискретизацією часу. Одержані результати за допомогою програмного пакету Polar ProTrainer 5 через

інфрачервоний порт переносились на ПК, де відбувалась їх обробка і накопичення. Вигляд отриманих даних ЧСС та R-R інтервалів на робочому вікні програми Polar ProTrainer 5 під час виконання тренувальної вправи досліджуваним стрільцем показано на рис. 1. Одночасно з моніторингом ЧСС цифровою відеокамерою Sony DCR-XR150E проводилась відеозйомка техніки виконання стрілецьких

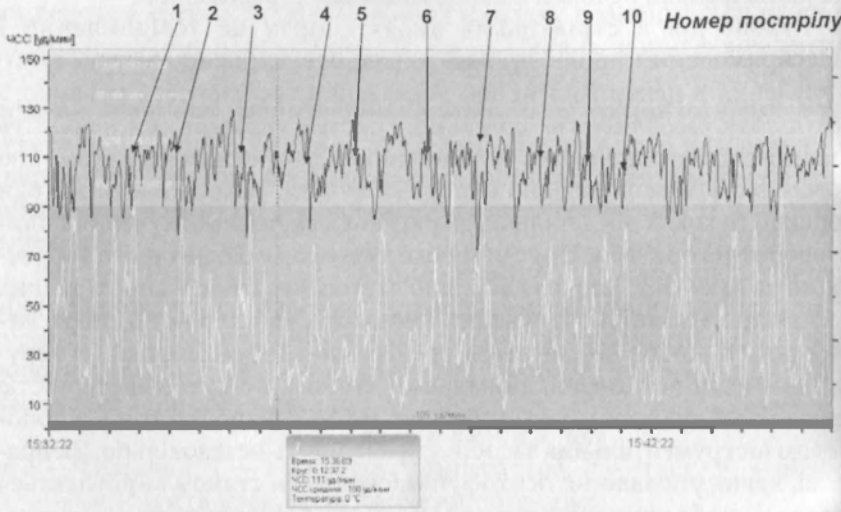

Рис. 1. Фрагмент пульсограми спортсмена під час виконання тренувальної вправи (ГП-6) з пневматичної зброї

вправ. Перед початком експериментів було узгоджено системні годинники пульсометра і відеокамери. Відзняті відеофрагменти виконання тренувальних вправ спортсменами імпортувались в ПК, де попередньо оброблялись за допомогою спеціалізованої програми Picture Motion Browser (Sony). В подальшому відбувалась комп'ютерна обробка відеоматеріалів за допомогою програмного пакету Dartfish Connect 5.0, який надає можливість виокремлення основних кадрів, для яких наявні опції фіксації часу і маркерного аналізу рухів. Такий підхід дозволив провести покадровий аналіз виконання стрілецької вправи із періодичністю в 20 мс і синхронізовано визначити значення частоти серцевих скорочень, які характеризують функціональний стан спортсмена.