

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ У ГАЛУЗІ ФІЗИЧНОГО ВИХОВАННЯ І СПОРТУ

МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ У СТІЛЕЦЬКИХ ВИДАХ СПОРТУ ТА ПРОБЛЕМИ ЇХ ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Лопатьєв А.О., Дзюбачик М.І., Ткачек В.В., Карасьов В.О.

Львівський державний університет фізичної культури
Центр математичного моделювання
Інституту прикладних проблем механіки і математики
ім. Я.С. Підстригача НАН України

Анотація. Керування системою підготовки спортсменів доцільно проводити з використанням даних, які отримуються під час аналізу складних систем методами фізико-математичного моделювання. У статті розглядаються деякі аспекти моделювання процесів в системі «стрілець—зброя—мішень». Подано теоретичні основи застосування фізико-математичних моделей у стрілецькому спорті.

Ключові слова: моделювання, система «стрілець—зброя—мішень», системний аналіз, інформація.

Вступ і аналіз останніх публікацій.

Моделювання на сучасному етапі розвитку науки є одним з найбільш дієвих і перспективних інструментів вивчення складних явищ та процесів у стрілецькому спорті. Аналіз праць підтверджує, що моделювання є одним з основних методів пізнання. На ідеї моделювання по суті базується будь-який метод наукового дослідження, як теоретичний, при якому використовуються різноманітні абстрактні моделі, так і експериментальний, що користується предметними моделями. Моделювання тісно зв'язане з системним аналізом. Під системою [1] будемо розуміти пов'язані елементи деякої цілком певної множини (або деяких множин), які утворюють цілісний об'єкт, за умови існування мети і деяких ресурсів для досягнення цієї мети. Будь-яка система складається з підсистем, кожна підсистема будь-якої системи може бути розглянута сама як система.

Основним методом дослідження систем є моделювання, в частковому випадку комп'ютерне моделювання, а також математичне моделювання, механіко-математичне моделювання, фізико-математичне моделювання та ін. Опис систем незалежно від конкретного змісту їх елементів потребує використання деякого набору універсальних параметрів, які повинні відображати структуру системи, зв'язки між підсистемами, взаємодію із зовнішнім середовищем, а також цілеспрямованість системи.

Під рухом системи будемо розуміти будь-яку зміну взагалі, будь-яку взаємодію матеріальних об'єктів або будь-яку криву в просторі станів. Основна задача наукового аналізу — це відбір до роз-

гляду реальних рухів з множини допустимих, формулювання принципів їх відбору.

У різних областях знань принципи відбору різні. Будемо відрізняти три рівні організації матерії: неживу, живу, а також суспільство як найвищу форму організації матерії.

На рівні неживої матерії основні принципи відбору рухів — це закони збереження (енергії, імпульсу, маси тощо). Закони збереження не вичерпують усіх принципів відбору рухів, їх часто доповнюють такими положеннями як другий початок термодинаміки, принцип мінімуму дисипації енергії, умовами стійкості. Принцип мінімуму дисипації енергії відбирає з числа можливих рухів, які реалізують закони збереження, ті рухи, реалізація яких приводить до мінімуму росту ентропії.

На рівні живої матерії всі принципи відбору рухів, які вводяться для неживої природи, зберігають свою силу. Тому моделювання починається із запису законів збереження. Однак враховуючи, що йдеться про біологічну макросистему, то основний зміст процесів, які відбуваються в системі, — це існування спільнот біологічних видів. Найбільш характерними для таких систем є процеси добування їжі, тому частина законів збереження повинна бути представлена в термінах, хто кого їсть та в якій кількості. Тобто, щоб зрозуміти та описати процеси в живій природі, принципів відбору, які є в неживій природі, недостатньо. У функціонуванні живих організмів повинен бути відбір рухів, які не є наслідком законів збереження, характерних для неживої природи. Для живої природи характерна доцільність дій, тому пояснити, що спостерігаєть-

ся в живому світі, без використання оберненого зв'язку та інформації, взагалі кажучи неможливо.

Наступним кроком є розгляд біологічних систем, які належать до класу керованих систем рефлексивного типу. Керованих тому, що вони мають вільні функції, які має система і використовує їх для досягнення певної мети. Рефлексивність підкреслює простоту залежності керуючої функції від інформації (рефлексу від збудження).

Вводиться поняття організму для системи, що володіє власною метою і можливістю (ресурсом) для її досягнення, тобто цілеспрямованими діями. Організм володіє можливостями утворювати обернені зв'язки. Окремий індивід є організмом. Група тварин також може мати окремі властивості організму. Більш високі ієрархічні рівні вже неможливо рахувати організмом. Таким чином моделювання біологічних систем повинно базуватися на законах збереження та системі обернених зв'язків (функцій поведінки).

Моделювання суспільства потребує введення нових параметрів, так як існує нове явище — трудова діяльність.

У соціальній системі виникають додаткові ускладнення, пов'язані з великим об'ємом інформації і тим, що людина приймає рішення на основі цієї інформації, а зв'язок «сигнал—реакція» не носить характеру рефлексу. Люба група людей володіє своєю власною метою і засобом її досягнення. Обернений зв'язок описується складним оператором, результат дії якого буває неоднозначним. Крім того часто цей зв'язок неможливо формалізувати.

Таким чином, можна зробити висновок, що якщо в фізиці, хімії (тобто природничих науках) моделі використовуються як прогноз, то в біології та суспільних науках моделі дозволяють отримувати не стільки кількісні характеристики, скільки давати допустимі межі наших дій або тенденції розвитку процесів, що досліджуються.

Метою роботи є побудова адекватної моделі системи, що актуальна в стрілецьких видах спорту та дослідження якої дає можливість відповіді на питання функціонування системи.

Однією з основних вимог, що висувуються до моделі, є її адекватність реальній системі, яка досягається за рахунок використання моделей з різним рівнем деталізації, залежним від особливостей структурно-функціональної організації системи та мети дослідження. Процеси функціонування реальних систем неможливо описати повно і детально, що обумовлюється істотною складністю таких систем. Основна проблема у розробці моделі полягає в знаходженні компромісу між простотою її опису і необхідністю обліку численних особливостей, властивих реальним системам. Спроба побудувати єдину універсальну модель приречена на

невдачу, зважаючи на її неозорість і неможливість розрахунку.

Система типу «людина—ціль» в основному для ігрових видів спорту розглядалася у низці праць, на які іде посилання в [2]. Там система визначається як єдність підсистем людина, зв'язок, ціль. Основною особливістю таких систем є пристосування людини з його індивідуальними можливостями до різних складних пристроїв. У системі «людина—ціль», в силу певної консервативності зв'язку та останньої підсистеми, основна увага концентрується на вдосконаленні першої підсистеми, а саме «людини», що практично є питаннями педагогіки і в окремому випадку спортивного тренування. Така підсистема має активно-пристосовний характер, що і визначає її функціонування, регуляцію та можливість вдосконалення. Даній підсистемі характерні основні властивості біологічних систем керування, а саме автоматизований пошук, багатоконтурність каналів зв'язку, цілісність, адаптивність та ін. Однак зв'язуюча ланка має ряд стабільних параметрів, а також суттєвим для стрілецьких видів спорту є те, що в підсистемі протікає ряд процесів (а саме процес пострілу). Підсистема «ціль» також характеризується рядом змінних, а саме можливістю руху в просторі, геометрією, рельєфністю та інш. Загальну систему часто визначають як цілісну, динамічну, активно-пошукову функціональну систему керування, основну роль в якій відіграє перша підсистема.

Основні результати та їх обговорення. Звернемо увагу на великий обсяг інформації, який необхідний для роботи з системою «стрілець—зброя—мішень». Отримання такої інформації можливе, наприклад, у використанні певного комплексу, який дозволяє проводити комп'ютерну діагностику якості прицілювання стрільців з різних видів зброї. Під прицілюванням в стрільбі будемо розуміти комплекс дій стрільця, який направлений на створення умов у забезпеченні необхідного вектора руху снаряду в системі «стрілець—зброя—мішень» з урахуванням дії зовнішніх та внутрішніх сил. До комплексу дій будуть належати дії в підсистемах, які в більшій чи меншій мірі формують кінематичні і динамічні характеристики руху снаряда на початковому етапі внутрішньої траєкторії, а саме: «власне прицілювання», «стійкість загального центру маси спортсмена», «стабільність робочої стійки», «збереження її після пострілу» тощо. Отже числові характеристики під час прицілювання є, у той же час, об'єктивними інтегральними показниками пострілу.

Зупинимося на вивченні об'єкта керування «стрілець—зброя—мішень» під час зовнішніх дій, з метою отримання інформації про процеси, які протікають у системі, та розробці керуючих дій.

На першому етапі [4] можна розглядати систему «стрілець—зброя—мішень» як чорний ящик, в якому є безмежна кількість параметрів входу, а виходом є певний (або запланований) результат. Нам треба деталізувати параметри входу (точніше підсистему, яку вміємо описати) та змодельувати систему ефективних рухових дій стрільця. У стрільбі вхідними параметрами в систему «стрілець—зброя—мішень» є, наприклад, підсистеми параметрів, пов'язаних з внутрішньою та зовнішньою балістикою зброї зі снарядом, а також рухом мішені в загальному випадку.

Наведемо для прикладу систему вхідних параметрів, які пов'язані тільки з процесами, що вивчає внутрішня балістика. Такими параметрами є: тиск форсування; дульний тиск; дульна швидкість; максимальний тиск у каналі ствола; максимальна швидкість снаряда; початкова швидкість снаряда; сила віддачі. Існує також варіабельність величин, які впливають на зміну початкової швидкості дробового снаряда в стендовій стрільбі: різниця в довжині ствола; різниця в середньому діаметрі патронника або гільзи; різниця в діаметрі каналу ствола; різниця в довжині перехідного конуса від патронника до каналу ствола; при різних сортах капсулів; різниця у формі дна гільзи; при різних партіях виготовлення одного і того ж сорту пороху; при різних об'ємах порохової камери гільзи; при різній пружності пажів; різниця в 0,5 мм в діаметрі дробі; при дробі різної твердості; різниця в 10° С в температурі; різниця в 0,05 г у масі бездимного пороху; різниця в 0,5 г у масі заряду дробі.

Не менше параметрів можна ввести в розгляд із зовнішньої балістики, а також враховуючи взаємодію та взаємозв'язок між підсистемами.

Під час вивчення окремої локальної підсистеми «зброя» [3] дається оцінка і розрахунок процесів, що визначають залежності між характеристиками конструкції і макроскопічними параметрами суміші порохових газів і повітря, тобто залежності тиску і абсолютної температури від довжини ствола.

Опис таких процесів задається рівняннями газової динаміки, в основі яких закладені постулати термодинаміки, закони збереження і рівняння стану [4]. Основні постулати термодинаміки зводяться до можливості макроскопічного описання стану реальних фізичних систем, у даному випадку суміші повітря і порохових газів, за допомогою внутрішньої енергії та спряжених параметрів: температура — ентропія, тиск — об'єм, хімічний потенціал — маса, зміна яких повністю визначає зміну внутрішньої енергії тіла.

Записані кінцеві вирази залежності температури та тиску від початкового значення температури та тиску, від початкового і біжучого положення снаряда та відношення теплоємностей при постійному тиску та об'ємі.

У подальшому систему «стрілець—зброя—мішень» спростимо наступним чином [3]. Підсистема «зброя—мішень» є об'єкт моделювання, а все, що не включено в цю підсистему, але взаємодіє з нею або взаємовпливає на неї, є зовнішнім середовищем. Зовнішнім середовищем відносно системи, таким чином, є людина та оточуюче середовище, яке характеризується температурою, тиском, вологістю, дією сил тяжіння та сили вітру.

Взаємодію об'єкта моделювання із зовнішнім середовищем будемо розглядати в деякому наближенні як дію певних сил (або тисків), що йдуть від людини і сил вітру та тяжіння.

Якщо надалі будемо розглядати певні фізико-математичні або механіко-математичні моделі, то у описі стану системи використовуються певні рівняння (досить часто диференціальні рівняння в частинних похідних), які для однозначності розв'язку треба доповнити відповідними крайовими (початковими та граничними) умовами. Якщо модель описується диференціальними рівняннями в частинних похідних другого порядку (один з найбільш часто існуючих випадків), то початкові умови даються на функції стану та її похідні, а граничні умови як залежність між деякими параметрами стану та їх похідних.

Дію людини на спусковий гачок (сила або тиск), а також тиск вітру на зброю в досить загальному випадку можна записати у вигляді:

$$p(t) = p_0(t) [S(t - t_1) - S(t - t_2)],$$

де p , p_0 — тиск; t — час, t_1 , t_2 — час початку та кінця дії імпульсу, S — функція Хевісайда.

Можлива і більша деталізація підсистем, що є напрямком подальшої роботи.

Висновки. Вказано на великий обсяг інформації, яка необхідна для функціонування системи «стрілець—зброя—мішень». Зроблено акцент на застосування математики у вивченні явищ, що проходять в підсистемах. Запропоновано розглядати підсистему «зброя—мішень» як термодинамічну систему, при цьому зовнішнім впливом на систему є дія сили тяжіння, вітру, опір повітря та ін., а також результат взаємодії людини з підсистемою. Вплив сили вітру на систему задається у вигляді імпульсної функції. На основі постулатів термодинаміки, законів збереження і рівнянь стану вказано на значення абсолютної температури і тиску в каналі ствола вогнепальної зброї.

Список літератури

1. Катаев С.Г. Принципы моделирования систем различной природы // Педагог. 2000. — № 2. — С. 56—63.
2. Ивойлов А.В. Психостойчивость движений спортсмена. — М.: Физкультура и спорт, 1986. — 110 с.

3. Лопатьєв А.О., Дзюбачик Н.И., Виноградский Б.А. О возможных подходах при моделировании сложных систем в стрелковых видах спорта // Наука в олимпийском спорте. — 2004. — № 2. — С. 101—107.
4. Лопатьєв А.О., Пятков В.Т., Чапля Є.Я. Макроскопічне моделювання основних структурних еле-

ментів систем у стрілецьких видах спорту // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту: Зб. наук пр. під ред. Єрмакова С.С. — Харків: ХХІІІ, 2001. — № 29. — С. 8—14.

Надійшла до редакції 29.05.2008

Лопатьєв А.А., Дзюбачик Н.И., Ткачек В.В., Карасев В.А. Моделирование систем в стрелковых видах спорта и проблемы их информационного обеспечения.

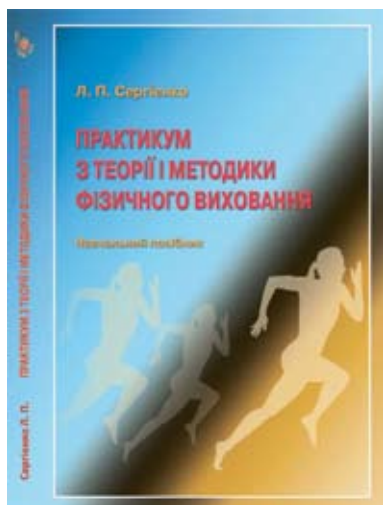
Управление системой подготовки спортсменов целесообразно проводить с использованием данных, которые получаются при анализе сложных систем методами физико-математического моделирования. В статье рассматриваются некоторые аспекты моделирования процессов в системе «стрелок—оружие—мишень». Даны теоретические основы применения физико-математических моделей в стрелковом спорте.

Ключевые слова: моделирование, система «стрелок—оружие—мишень», системный анализ, информация.

Lopat'ev A.O., Dziubachyk M.I., Tkachek V.V., Karasev V.O. Modelling of the systems in the shooting sports and the problems of their informatization.

The management in the sport preparation system expediently to carry with the using of physical-mathematical modeling. Some aspects of the modeling the processes in «marksman—arms—target» system are consider. The theoretical bases of application of physics and mathematics models of the complex systems in the shooting sport are presented.

Keywords: modelling, «marksman—arms—target» system, the system analisys, information.



С32

Сергієнко Л.П.

Практикум з теорії і методики фізичного виховання: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів фізичного виховання і спорту. — Харків: «ОБС», 2007. — 271 с. ISBN 966-7858-47-2.

У навчальному посібнику викладено зміст практикуму з теорії і методики фізичного виховання та робочої навчальної програми. У практикумі наведено короткий зміст лекцій. Фактично це конспекти лекцій, які особливо потрібні студентам заочного відділення та тим, хто навчається дистанційно. На практично-семінарських заняттях студенти можуть розв'язувати педагогічні завдання, проблемні ситуації, дидактичні і психологічні тести. Навчальний посібник доцільно використовувати при підготовці до семінарських занять, заліків та іспитів.

Навчальний посібник може бути корисним для студентів вищих навчальних закладів фізичного виховання і спорту. Може використовуватись в навчальному процесі студентів середніх навчальних закладів фізичної культури, училищ і коледжів, у роботі вчителів фізичної культури.