

## **БІОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ В СТРИЛЕЦЬКИХ ВИДАХ СПОРТУ**

Лопатьєв А.О., Ткачек В.В., Власов А.П.

Львівський державний університет фізичної культури

Центр математичного моделювання Інституту  
прикладних проблем механіки і математики  
ім.Я.С.Підстригача НАН України

Під біотехнічною системою розуміють комплексну систему, що включає в себе об'єкт дослідження, керування, дослідника (тренера) і технічну підсистему, об'єднані єдиним алгоритмом функціонування. Активною об'єднувальною ланкою в біотехнічних системах є дослідник (тренер), який виконує функцію усвідомлення тріади «дані-інформація-знання» як основної ідеї інформаційних технологій. Усвідомлення тріади є необхідний етап одержання нового знання.

Основні властивості біотехнічних систем:

- біотехнічна система формується кінцевою або ситуаційною метою її функціонування, тобто, мета функціонування системи є її системоутворюючим чинником;
- структура біотехнічної системи залежить не тільки від мети, а й від методу, покладеного в основу її функціонування, причому метод завжди спирається на певні властивості об'єкта дослідження і керування та підпорядкований підсумковій меті;
- біотехнічна система в цілому має гомеостатичні властивості і реалізує гомеостаз відносно поставленої мети.

Це важлива властивість біосистем, тому що до її складу завжди входить біооб'єкт (а всі живі системи підпорядковуються принципу гомеостазу), і сама включається в біосистему, виконуючи в ній

роль відсутньої ланки для забезпечення гомеостазу — речовинно-го, енергетичного й інформаційного, що забезпечує динамічну стабільність параметрів внутрішньої сфери організму, а також динамічно стійке функціонування фізіологічних систем та організму в цілому (функціональний і системноієрархічний гомеостаз). Саме поняття гомеостазу біотехнічної системи – визначається як цілісність, здатна підтримувати гомеостатичну єдність, тобто єдність і взаємозумовленість елементів і зв'язків між елементами системи.

Поняття «гомеостаз» є основою для визначення таких категорій, як самоорганізація, саморегуляція, адаптація, стійкість та інших, перелік яких особливо необхідний при синтезі конкретних біотехнічних керувань.

Мета функціонування біотехнічної системи є її самоутворюючим чинником, і тому, логічно її поставити в основу класифікації біотехнічних систем. Перший клас біотехнічних систем дослідження, призначення яких дослідити функціональний стан систем організму.

Особливу групу біотехнічних систем діагностики становлять експертні та поліалгоритмічні системи. Експертну систему можна розглядати, як біотехнічну систему в якій об'єкт дослідження представлено опосередковано через набір параметрів, що характеризують стан органів, фізіологічних систем організму спортсмена в цілому, а як технічна підсистема виступає лише комп'ютер. Експертні системи стосовно тренера мають дорадче слово.

Поліалгоритмічні експертні системи покликані моделювати складний процес мислення людини (тренера), що залежить від його типу інтелекту. Наступний клас — це біотехнічні системи керування. Вони здійснюють керування загальним станом організму людини або загальним станом органів і фізіологічних підсистем. Розглядають також інженерно-фізіологічні та ерготичні системи.

Розглянемо основні методи, які використовуються при синтезі біотехнічних систем. Метод, як основа синтезу біометехнічних систем, завжди проблемно-орієнтований і підпорядкований меті.

Методи реєстрації та аналізу електричних процесів, що супроводжують роботу органів і систем:

- ЕКГ – електрокардіограма, що відображає роботу і характеризує функціональний стан серця(як органа) і серцево-судинної системи в цілому.

- ЕЕГ – електроенцефалограма відображає ритми роботи мозку, її використовують для діагностики психофізіологічних станів мозку.
- ЕМГ – електроміограма, яка характеризує роботу та функціональний стан м'язів.
- ЕПД — електропунктурна діагностика. Метод займає граничне положення, поєднуючи в собі елементи нетрадиційних понять про функції організму (системи меридіанів і біологічно активних точок) і традиційних методів тестування стану біологічних об'єктів (вимірювання електричних параметрів біологічно активних точок).

Методи візуалізації станів: рентген та ультразвукова діагностика різних органів.

Метод — важливий самоутворювальний чинник біотехнічних систем тому, що він забезпечує виконання вимог, які ставляться до них, а саме:

- об'єктивність(діагностики);
- неінвазивність(контроль, що не руйнує) діагностики і керування;
- безпека та екологічність;
- швидкість;
- вартість.

По суті об'єктивність, неінвазивність, безпека та екологічність — це критерії, що забезпечують виконання головного принципу функціонування біотехнічних систем – реалізувати гомеостазис щодо поставленої мети.

Біотехнічні системи є певним чином засобом отримання нового знання. Інформаційно-структурна модель біотехнічної системи дослідження включає в себе активну об'єднувальну ланку якою є тренер, котрий виконує роль усвідомлення тріади «дані-інформація-знання». Роль тренера у такій біотехнічній системі зводиться до:

- одержання суб'єктивної інформації про об'єкт дослідження в результаті усвідомлення даних (первинного інформаційного масиву) на основі індивідуальних особливостей сприйняття тренером цих даних;
- одержання знань в результаті усвідомлення тренером суб'єктивної інформації на підставі тренерського досвіду.

В інформаційно-структурній моделі сучасних біотехнічних систем дослідження, роль «усвідомлення даних» і «усвідомлення інфор-

мації» виконує не тільки тренера а й технічна підсистема, включаючи комп'ютер. Роль тренера полягає в усвідомленні інформації, а одержання цієї інформації — «усвідомлення даних» виконує комп'ютер, точніше банк методів банку знань біотехнічної системи. Під банком методів будемо розуміти алгоритми стандартизації, класифікації, уніфікації, первинної статистичної обробки первинних інформаційних масивів. Така структура біотехнічної системи припускає прийняття остаточного рішення тренером на підставі його тренерського досвіду.

У біомеханічних системах, банк знань містить не тільки банк методів для усвідомлення даних, а й спортивно верифікований банк вирішених завдань, усвідомлення інформації проводиться паралельно і тренером, і комп'ютером. Заключне рішення ухвалює тренер. Такі біомеханічні системи виступають як підтримка ухвалення рішення тренером і можуть бути названі інтелектуальними.

Сукупність часових, просторових і амплітудних електроміографічних характеристик м'язів, що скорочуються та залучаються до руху, дістала назву біоелектричного або електроміографічного образу руху.

Для виділення «електроміографічного образу» проводиться точна оцінка електричної активності всіх тих м'язів, що беруть участь у цьому русі. В результаті формується «матриця руху» яка є необхідним елементом у побудові програми керування. Просторово часовий руховий образ є функцією дії окремих м'язів.

«Електроміографічний образ», що являє собою електричний аналог руху, може бути одержано шляхом одночасного знаття електроміограм м'язів, що беруть участь у русі.

Під час керування рухами, ми прагнемо до того, щоб реакція м'яза на керуючий вплив наблизилася до природного. Успіх вирішення проблеми визначається виконанням багатьох завдань, серед яких:

- формування алгоритму руху, що нав'язується за допомогою електростимуляції, близького до природного;
- вибір місця відведення в подачі командних сигналів;
- вибір параметрів стимулюючого сигналу.

Відповідно до сучасних уявлень, керування рухами людини здійснюється багаторівневою ієрархічною організованою системою.

Алгоритм руху або «рухова програма» формується на основі корисної інформації про рух, яку одержують з електроміограми, на

знанні тих співвідношень, що зв'язують параметри біоелектричних сигналів з механограмою.

У спортивній практиці корекція рухових функцій потребує точної функціональної діагностики біоритмологічної структури рухових актів спортсменів. Методи електронного контролю біоелектричної активності м'язів дають можливість швидко діагностувати помилкові елементи рухів, а також коректувати їх.

Були проведені електрографічні дослідження м'язів лучників під час виконання змагальної вправи. Метою дослідження було визначення загальних закономірностей та індивідуальних особливостей біоелектричної активності м'язів плечового поясу та спини висококваліфікованих лучників під час виконання заключної фази пострілу з лука. Було проаналізовано біоелектричну активність м'язів плечового поясу та спини стрільців з лука під час виконання рухових дій у фінальній частині пострілу (прицілюванні на дотязі). Виявлено найвищу та найнижчу середню амплітуду інтерференційної електроміограми. Електрична активність м'язів лівої половини тіла в усіх випадках перевищувала аналогічні показники симетричних м'язів, розташованих справа. Найбільша різниця в 1.7 раза. Середня частота електричних коливань, зареєстрованих під час виконання пострілу для різних м'язів, змінювалась в наведених інтервалах, що вказувала на участь швидких рухових одиниць у виконанні вправи.

## Список літератури

1. *Власов А.П.,* Рухові дії стрільців та моделювання біологічних систем / Власов А.П., Лопатєв А.О., Трач В.М., Бретц К. // 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—19.
2. *Лопатєв Анатолій,* Моделювання та обробка інформації різної природи / Лопатєв Анатолій, Заячук Ігор, Мартин Володимир, Ткачек Василь // 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. 29—32.