

5. Nocedal, J. Numerical Optimization [Text] / J. Nocedal, S. Wright. — New York: Springer-Verlag, 2006. — 664 p. doi:10.1007/978-0-387-40065-5
6. Powell, W. B. Perspectives of approximate dynamic programming [Text] / W. B. Powell // Annals of Operations Research Springer. — Springer US, 2012. — 38 p. doi:10.1007/s10479-012-1077-6
7. Добровольская, Т. С. Определение оптимального алгоритма работы оборудования методом динамического программирования [Текст] / Т. С. Добровольская // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. — 2014. — № 5/8(71). — С. 53–58. doi:10.15587/1729-4061.2014.28017
8. Borrelli, F. Dynamic programming for constrained optimal control of discrete-time linear hybrid systems [Text] / F. Borrelli, A. Baotića, A. Vemprasad, M. Morari // Automatica. — 2005. — Vol. 41, № 10. — P. 1709–1721. doi:10.1016/j.automatica.2005.04.017
9. Жученко, А. И. Математическая модель прогрева бумажного полотна в сушильной части бумагоделательной машины [Текст] / А. И. Жученко, Е. С. Черёпкин // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія «Хімічна інженерія, екологія та ресурсозбереження». — 2014. — № 1(12). — С. 106–114.
10. Жученко, А. И. Постановка задачи оптимального управления процессом прогрева бумажного полотна в сушильной части бумагоделательной машины [Текст] / А. И. Жученко, Е. С. Черёпкин // Автоматизация промышленных і бізнес процесів. — Т. 1, № 22. — 2015. — С. 25–31. doi:10.15673/2312-3125.21/2015.42859

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПРОГРЕВАНИЯ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА НА ОСНОВЕ МЕТОДА ДИНАМИЧЕСКОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Предложен принцип работы системы управления процессом прогрева бумажного полотна в сушильной части

бумагоделательной машины на основе метода динамического программирования. Исследовано работу системы управления при воздействии возмущений разной величины. Выявлено слабые стороны данной системы управления и предложены пути улучшения ее работы.

Ключевые слова: сушка бумажного полотна, динамическое программирование, система управления, возмущения, оптимальное управление.

Черёпкин Евгений Сергійович, асистент, кафедра автоматизації хімічних виробництв, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна, e-mail: e.Cheropkin@kpi.ua.

Жученко Анатолій Іванович, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації хімічних виробництв, Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», Україна.

Черёпкин Евгений Сергеевич, асистент, кафедра автоматизации химических производств, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.

Жученко Анатолий Иванович, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматизации химических производств, Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт», Украина.

Cheropkin Evgeniy, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine, e-mail: e.Cheropkin @kpi.ua.

Zhuchenko Anatolii, National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute», Ukraine

УДК 621.646.4

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.55687

Бабанін А. О.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВИЗНАЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СПОРТСМЕНА, ТА ЇХ ВПРОВАДЖЕННЯ У КОМП'ЮТЕРНУ СИСТЕМУ УПРАВЛІННЯ ТРЕНУВАЛЬНИМ ПРОЦЕСОМ

Проаналізовано роль інформаційних технологій і лікарського контролю у спорті. Описана сутність функціонального контролю. Запропоновано спосіб визначення функціонального стану, який більш ефективний, ніж просто функціональні проби, і впроваджений у галузь спортивної підготовки. Розглянуто основні підсистеми, необхідні для подальшої розробки комп'ютерної системи управління тренувальним процесом спортсмена. Наведено приклад програми з даної теми.

Ключові слова: комп'ютерна система, тренувальний процес, метод, контроль, фізіологічні показники.

1. Вступ

Глобальна комп'ютеризація веде до того, що практично в кожній зі сфер діяльності людини певну роль займає комп'ютер, який істотно полегшує користувачеві виконання поставлених перед ним завдань. З кожним днем проєктуються і розробляються нові вузькоспрямовані системи, важливість яких неможливо недооцінити. Для побудови деяких з них вимагається

використання різних галузей знань. Такого роду системи не обійшли стороною і світ спорту. На даний момент важливим завданням є розробка ефективної комп'ютерної системи з управління тренувальним процесом спортсмена, однією з основних функцій якої є визначення функціонального стану організму. Це завдання розглядається багатьма вченими, але у сфері інформаційних технологій воно все ще залишається актуальним.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

З погляду спортивної практики визначення поточного функціонального стану організму спортсмена у процесі щоденних тренувань — це найбільш продуктивна ланка лікарського контролю. Без контролю рівня «завантаженості» організму неможливо і управління процесом тренування. При оцінці функціонального стану організму спортсмена найбільш важливі зміни систем кровообігу і дихання, саме вони мають основне значення для вирішення питання про допуск до занять спортом або про «дозу» фізичного навантаження, від них значною мірою залежить рівень фізичної працездатності. На основі показників систем кровообігу і дихання були розроблені тести, широко відомі у колах фахівців функціональної діагностики. Наведемо перелік і коротку характеристику тестів, які були обрані, спираючись на рекомендації всесвітньої організації охорони здоров'я. Це такі тести як: функціональна проба Руф'є і її модифікація — проба Руф'є-Діксона, Гарвардський степ-тест, тест PWC170, тест діапазону функціональних можливостей, Проба Штанге. Інформація щодо тестів приведена у літературі [1–10].

Вивчення предметної галузі та робіт з даної тематики дозволило зробити висновок про те, що окремі показники функціонування організму не є настільки достовірними, як наприклад, функція декількох показників. Даним питанням у своїх працях займався Герасимов І. Г., який запатентував один із способів визначення функціонального стану організму людини.

Суть способу у тому, що фізіологічні показники вимірюють до фізичного навантаження і після тестового навантаження, причому вимірювання відбуваються з максимальною частотою, обумовленою методом вимірювання кожного показника. Вимірювання починають з моменту зняття тестового навантаження до досягнення показниками їх вихідної величини, що відрізняється на величину похибки вимірювань, і визначають швидкість зміни функції за формулою:

$$V = \frac{dF(f_1, f_2, f_3 \dots f_n)}{dt} * 100 \%, \quad (1)$$

де V — швидкість, що визначається; F — функція вимірюваних показників $f_1, f_2, f_3, \dots, f_n$; n — число вимірюваних показників; t — час вимірювання [5].

Оскільки вказаний спосіб визначення функціонального стану організму автор статті розглядає через призму комп'ютерних систем, то складність обчислення відходить на другий план. У свою чергу основним питанням може стати вибір і збір показників, які є вхідними даними для роботи системи у цілому і функції контролю функціонального стану спортсменів зокрема.

3. Об'єкт, мета та задачі дослідження

Об'єкт дослідження — методи функціонального контролю.

Метою проведених досліджень була розробка наукових основ визначення функціонального стану спортсмена шляхом використання комп'ютерної системи управління тренувальним процесом спортсмена.

Для досягнення поставленої мети необхідно було вирішити наступні основні задачі:

1. Створити модуль визначення надійності тестів.
2. Використати метод Герасимова у комп'ютерній системі управління тренувальним процесом спортсмена.
3. Описати підсистему введення та виділити інші необхідні підсистеми для функціонування комп'ютерної системи у цілому.

4. Результати досліджень функціональних тестів визначення стану організму спортсмена на надійність

Дослідним шляхом проведемо дослідження на надійність існуючих тестів. Як уже згадувалося раніше, надійним вважається той тест, у якого виходять одні й ті ж результати у кожного обстежуваного при повторному тестуванні. Для проведення дослідження були відібрані десять спортсменів і розроблена спеціальна програма (модуль), яка допоможе нам у виборі тестів. У програмі розраховується стандартне відхилення — класичний індикатор мінливості з описової статистики. Цей показник був обраний як критерій порівняння надійності тестів.

Алгоритм експерименту виглядає наступним чином:

1. У базу даних заноситься інформація про тести і спортсменів.
2. Кожен спортсмен проходить кілька видів тестування.
3. Результати тестів зберігаються в базі даних.
4. Після відновлення спортсмени проходять повторне тестування з такими ж вихідними параметрами.
5. Пункт 3 повторюється n кількість разів.
6. Програма розраховує критерій порівняння для кожного тесту.

Більш докладно зупинимося на останньому пункті. Наведемо формулу стандартного відхилення:

$$STD = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \quad (2)$$

де x_i — i -й елемент вибірки; \bar{x} — середнє арифметичне вибірки; n — обсяг вибірки (при $n > 30$ замінюється на $(n - 1)$).

За цією формулою розраховується стандартне відхилення для кожного спортсмена для певного тесту, після чого, обчисливши їх середнє арифметичне, отримаємо показник критерію для одного тесту.

Щоб отримати необхідні дані, відповідно до інструкції проведення тестів, зберемо необхідні показники зі спортсменів. Ці дані вносяться у програму, яка проводить розрахунки за формулами і результат зберігає у базі даних. На рис. 1 та рис. 2 продемонстровано як виглядає цей процес з боку користувача.

Після того, як кожним спортсменом усі тести пройде-ні мінімум 10 разів, виклинемо функцію оцінки надійності тестів, яка допоможе у виборі. Результати роботи функції приведемо на рис. 3.

Дослідивши результати роботи програми, можемо зробити висновки, що усі тести мають приблизно однакову надійність. Але найбільший результат показав тест діапазону функціональних можливостей. Він

є найпростішим, використовує один показник та не потребує ніяких розрахунків, тому для впровадження у систему розглядатися не буде. Для подальшого застосування оберемо пробу Руф'є та Гарвардський степ-тест, бо вони мають найбільше числове значення надійності.

$$ИГСТ' = 100T / \left(6 \sum_{i=1}^n P_i / n \right), \quad (4)$$

де ИГСТ' – модифікований індекс Гарвардського степ-тесту; T – час дії навантаження; P_i – ЧСС після зняття

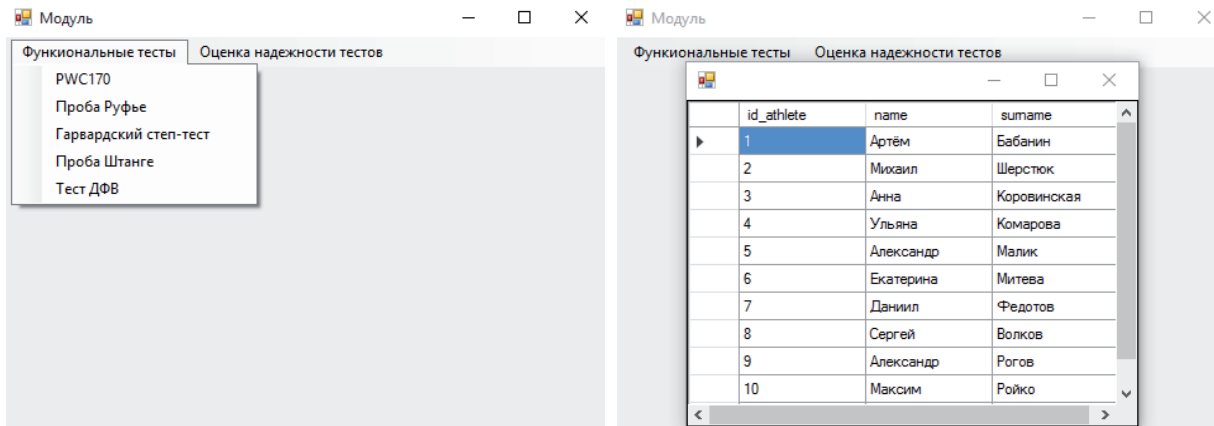


Рис. 1. Вибір функціонального тесту та спортсмена

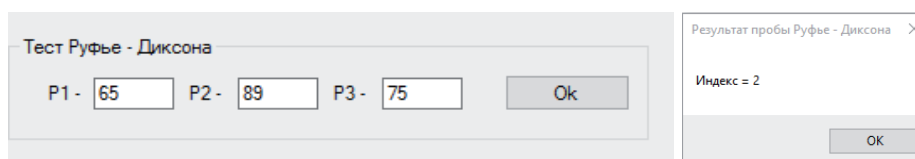


Рис. 2. Вікно введення показників для тесту та результат тестування

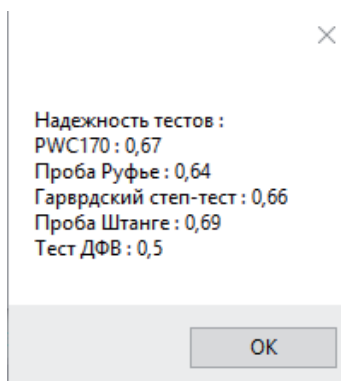


Рис. 3. Оцінка надійності тестів

Застосуємо обрані тести для формули Герасимова. Функцією F , яка розташована в чисельнику формули, залежно від обраного тесту виступають модифіковані математичні розрахунки кожного з обраних тестів. Так, наприклад, формула обчислення індексу Руф'є приймає наступний вигляд:

$$И'_p = \frac{1}{10} \left\{ \left[\Pi_0 + 2 \sum_{i=1}^n \left(\frac{\Pi_i}{n} \right) \right] - 200 \right\}, \quad (3)$$

де $И'_p$ – модифікований індекс Руф'є; Π_0 і Π_i – ЧСС до навантажувального тесту і після зняття навантаження в i -ий момент часу відповідно; n – число вимірювань ($n > 2$).

А для визначення модифікованого індексу Гарвардського степ-тесту (ИГСТ) формула виглядає наступним чином:

навантаження у i -тий момент часу; n – число вимірювань ($n > 3$).

Щоб здійснити моніторинговий процес збору інформації і тим самим вирішити проблему з отриманням показників, необхідно використовувати пристрої персонального моніторингу за тим чи іншим показником організму людини. Сучасні пристрої такого роду мають ряд переваг: компактність, оперативна передача даних на комп'ютер, висока точність, простота застосування. Залежно від того, який параметр стану організму людини потрібно виміряти і вибирається пристрій. Чи це буде пульсометр у вигляді годинника від фірми Polar Electro Oy, чи ультрасучасний пристрій визначення рівня цукру в крові Dexcom CGM. У системі управління тренувальним процесом спортсмена для цих цілей повинна бути розроблена підсистема збору даних, яка б відповідала за весь процес перенесення даних з пристрою безпосередньо у саму систему.

Якщо врахувати, що при моніторинговому типі спостережень за динамікою функціональної готовності спортсмена інформація зчитується оперативно, то стає реальним обґрунтоване і своєчасне внесення корективів як в педагогічну, так і в медико-біологічну складові його підготовки. З зазначених позицій відкривається шлях для створення максимально ефективних технологій підготовки висококваліфікованих спортсменів, які повинні бути закладені в комп'ютерній системі управління тренувальним процесом.

Важливою складовою даної системи є підсистема збору інформації та введення даних. Крім зчитування даних з пристроїв, підсистема повинна виконувати облік особистих карток спортсменів та заповнювати їх

тренувальні плани. Результати роботи цієї підсистеми будуть виступати входними даними для підсистеми контролю функціонального стану спортсмена. Підсистема контролю повинна зробити висновки і запропонувати користувачеві кілька варіантів подальшої роботи. Під подальшою роботою розуміється, наприклад, зміна тренувального плану спортсмена. Щоб система широко застосовувалася в реальному житті, повинна бути реалізована підсистема поділу прав доступу, яка забезпечить інформаційну безпеку системи. Тільки розробивши кожну з підсистем і грамотно продумавши маршрути передачі даних між ними можна створити цілісну систему управління тренувальним процесом спортсмена.

5. Висновки

У результаті проведених досліджень:

1. Представлені тести досліджено на надійність та обрані кращі за цим параметром, використавши для цього спеціально розроблений модуль.
2. Представлено формули обчислень функціональних тестів через новий метод визначення стану спортсмена.
3. Доведено можливість використання метода Герасимова у комп'ютерній системі управління тренувальним процесом спортсмена.
4. Описано підсистему введення та визначено інші необхідні підсистеми для функціонування комп'ютерної системи у цілому.

Література

1. Земцов, И. И. Спортивная физиология [Текст] / И. И. Земцов. — М.: Олимпийская литература, 2010. — 94 с.
2. Ушаков, И. Б. Методы исследования и фармакологической коррекции физической работоспособности человека [Текст] / Л. А. Гридин, А. А. Ихалайнен, А. В. Богомолов и др.; под общ. ред. И. Б. Ушакова. — М.: Медицина, 2007. — 77 с.
3. Адексеев, Э. Н. Самоконтроль занимающихся физическими упражнениями и спортом [Текст]: методические указания / Э. Н. Алексеев, В. С. Мельников. — К.: Оренбург, 2003. — 37 с.
4. Карпман, В. Л. Тестирование в спортивной медицине [Текст] / В. Л. Карпман, З. Б. Белоцерковский, И. А. Гудков. — М.: ФИС, 1988. — 208 с.
5. Спосіб визначення функціонального стану організму людини [Електронний ресурс]: пат. України № 21512 / Мірович Д. Ю., Герасимов І. Г. — опубл. 16.12.1997. — Режим доступу: <http://uapatents.com/6-21512-sposib-viznachennya-funkcionalnogo-stanu-organizmu-lyudini.html>
6. Тренированность и ее показатели [Электронный ресурс] // SportWiki — Энциклопедия научного бодибилдинга. — 23 июня 2014. — Режим доступа: www/URL: http://sportwiki.to/Тренированность#.Vma00FX8KSY. — 10.11.2015.
7. Dabnichki, P. Computers in Sport [Text] / ed. by P. Dabnichki, A. Baca // WIT Transactions on State of the Art in Science and Engineering. — WIT Press, 2008. — 352 p. doi:10.2495/978-1-84564-064-4
8. Павлов, С. Е. Технология подготовки спортсменов [Текст]: учеб. / С. Е. Павлов, Т. Н. Павлова. — МО, Щелково: Издатель Мархотин П. Ю., 2011. — 344 с.
9. Baca, A. Computer science in sport: an overview of history, present fields and future applications (part I) [Text] / A. Baca // IJCSS Special Edition. — 2006. — № 2. — P. 25–35.
10. Михалюк, Е. Л. Функциональные пробы в медицине спорта: положительные и отрицательные стороны их проведения [Текст] / Е. Л. Михалюк, В. В. Сыволап, И. В. Ткалич, С. И. Атаманюк // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. — 2010. — Вип. XXIII, № 1. — С. 93–96.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ СПОРТСМЕНА, И ИХ ВНЕДРЕНИЕ В КОМПЬЮТЕРНУЮ СИСТЕМУ УПРАВЛЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНЫМ ПРОЦЕССОМ

Проанализированы роли информационных технологий и врачебного контроля в спорте. Описана сущность функционального контроля. Предложен способ определения функционального состояния, который более эффективный, чем просто функциональные пробы, и внедрен в область спортивной подготовки. Рассмотрены основные подсистемы, необходимые для дальнейшей разработки компьютерной системы управления тренировочным процессом спортсмена. Приведен пример программы по данной теме.

Ключевые слова: компьютерная система, тренировочный процесс, метод, контроль, физиологические показатели.

Бабанін Артем Олегович, кафедра комп'ютерних наук, Донецький національний технічний університет, Красноармійськ, Донецька обл., Україна, e-mail: tbox.art@gmail.com.

Бабанин Артём Олегович, кафедра компьютерных наук, Донецкий национальный технический университет, Красноармейск, Донецкая обл., Украина.

Babanin Artem, Donetsk National Technical University, Krasnoarmeysk, Donetsk region, Ukraine, e-mail: tbox.art@gmail.com