

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ І СПОРТІ

МОДЕЛЮВАННЯ БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ В СПОРТІ

Лопатьєв А. О.^{1,2}, Власов А.П.¹, Демічковський А.П.¹

¹Львівський державний університет фізичної культури

²Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С.Підстригача

Автор кореспондент: Власов А.П., e-mail: anvitvl@ukr.net

Прийнято до публікації: 26.12.2017

Опубліковано: 30.12.2017

DOI: 10.17309/tmfv.2017.4.1203

Анотація

Мета – опис біотехнічних систем, конкретизація функціонування та визначення умов зменшення невизначеності систем, пошук та інтерпретація прихованих періодичностей стосовно числових рядів, що мають місце в тренувальній та змагальній діяльності.

Матеріали і методи. Досліджувалося функціонування біотехнічних систем. Для характеристики функціонального стану системи використаний аналіз роботи серцево-судинної системи, який кількісно характеризувався частотою серцевих скорочень, що знімалася в динамічному режимі пульсометром з посекундною дискретизацією часу і аналізувалися за допомогою програмного пакету.

Результати. В статті пропонується при дослідженні біологічних та природних процесів певний підхід до роботи з числовими рядами. Проведений пошук та інтерпретація прихованих періодичностей стосовно числових рядів, що мають місце в тренувальній та змагальній діяльності спортсменів. Наведені деякі біотехнічні системи.

Висновки. Наведений підхід до вивчення біотехнічних систем. Частота серцевих скорочень людини змінюється упродовж дня в залежності від часу і має коливний характер з певними періодами. Періоди частоти серцевих скорочень, в свою чергу, залежать від активності людини та часу доби. Разом з тим при відпочинку, частота серцевих скорочень має тенденцію до зменшення амплітуди. Окрім цього, значення частоти серцевих скорочень суттєво залежить від завантаженості людини. Все це підтверджує необхідність в проведенні достатньо детальних досліджень частоти серцевих скорочень людини та вплив на неї як зовнішніх, так і внутрішніх факторів і кореляцію між ними. Невизначеність системи зменшується при введенні додаткової інформації.

Ключові слова: моделювання; біотехнічні системи; числові ряди; приховані періодичності.

Вступ

На сучасному рівні розвитку науки об'єкт дослідження треба розглядати у взаємозв'язку з його оточенням, виявляти причини його появи, розвитку та занепаду, а це означає необхідність з'ясування цілей, способів та заходів їх досягнення, встановлення ресурсів і джерел існування аналізованого явища.

Такі можливості надає системний підхід до пізнання, за яким об'єкт пізнання доцільно розглядати як самостійну систему, що функціонує в середовищі та взаємодіє з іншими системами. В загальнотеоретичному плані системний підхід знайшов своє втілення в теорії систем, в прикладному - системному аналізі. В попередніх роботах (Власов, А.,

Демічковський, А., Іващенко, О., Лопатьєв, А., Пінтин, М., П'янило, Я., & Худолій, О., 2016; Lopatiev, A., Ivashchenko, O., Khudolii, O., Pjanylo, Y., Chernenko, S., & Yermakova, T., 2017) запропоновано й обґрунтовано методологію системного підходу та математичного моделювання у вивченні біологічних і природних об'єктів та процесів, загальносистемну термінологію адаптовано до вимог математичного моделювання, подано вимоги до математичних моделей як біологічних і природних об'єктів та процесів, а також у фізичному вихованні і спорті.

На даному етапі розвитку спорту для досягнення конкурентного результату необхідно враховувати сучасні технології спортивного тренування та раціонально використовувати досягнення науки в різних областях знань. До останнього можна віднести знання відносно сил гравітації, енергії, законів опору середовища. Необхідно також враховувати

біомеханічні закономірності рухової системи людини та тактико-технічні особливості змагальної та тренувальної діяльності.

Під біотехнічною системою в спорті будемо розуміти 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.

Біотехнічна система формується кінцевою або ситуаційною метою її функціонування. Структура біотехнічної системи залежить від мети та від методу, покладеного в основу її функціонування. 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 — речовинного, енергетичного й інформаційного, що забезпечує динамічну сталість параметрів внутрішньої сфери організму, а також динамічно стійке функціонування всіх систем організму в цілому. Саме поняття гомеостазу біотехнічної системи – визначається як цілісність, здатна підтримувати гомеостатичну єдність, тобто єдність і взаємозумовленість елементів і зв'язків між елементами системи.

Однією з головних властивостей біотехнічних систем це її структурна та функціональна складність. Складні системи можна характеризувати їх різноманітністю, під якою розуміють кількість станів, що може приймати система. Якщо ентропія дорівнює нулю, то система стає детермінованою. Якщо система байдужа до своїх станів, то невизначеність набуває максимального значення.

Рівність нулю ентропії означає, що стан даної системи відомий. Очевидно, що отримання повідомлень про стан системи зменшує її невизначеність. Чим більше повідомлень, тим менша невизначеність системи. Тому природно вимірювати кількість інформації зменшенням ентропії системи. Інформація, одержувана в результаті з'ясування стану системи, дорівнює зміні її ентропії в сторону її зменшення, 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 можливо розглядати, як недостатність інформації.

Біомеханіка у широкому науковому плані вивчає просторові рухи біологічних макро- та мікрооб'єктів. Біомеханіка – галузь природничих

наук, що на основі ідей та методів механіки вивчає фізичні якості біологічних об'єктів, закономірності їх адаптації до навколишнього середовища, поведінку (навчання) та механічні рухи у них на всіх рівнях організації і у різних станах (Архипов, О.А. 2014).

Завданням біомеханіки є застосування результатів подібних досліджень для подальшого розвитку біології, фізики (механіки), професійної рухової дидактики (педагогіки), ергономіки, медицини, фізичної культури та спорту.

Серед важливих напрямків наукових досліджень у сучасній біомеханіці виділимо: вивчення руху біологічних рідин, тепло- і масопереносу; дослідження полів напруження та деформації у клітинах, тканинах, органах; вивчення фізичних основ, механізмів та виявленні управління (регуляції) у біологічних системах; розробка технологій та засобів для дослідження якостей та явищ у живих системах для спрямованого впливу на них та захисту їх від впливу зовнішніх чинників.

Великого розвитку набула біомеханіка у фізичній культурі та спорті, у цій галузі більш наочно виявляються рухові можливості людини. Біомеханіка фізичних вправ вивчає рухову систему людини та її рухові акти (вправи) під час занять фізичною культурою і спортом з метою створити наукові основи сучасної системи підготовки спортсменів високої кваліфікації.

Біомеханіку умовно поділяють на загальну та часткову. Загальна біомеханіка вивчає закономірності будови рухових систем та закономірності їх рухів. Часткова біомеханіка має конкретний напрям у галузі рухової діяльності людини. Так ергономічна біомеханіка вивчає механічну взаємодію людини з навколишнім середовищем, має мету пристосувати різноманітні прилади до рухових потреб людини. Біомеханіка спорту та фізичного виховання дозволяє поліпшити якість навчання рухам та досягти високих спортивних результатів завдяки методам біомеханіки (біомеханічного аналізу, біомеханічного моделювання, біомеханічному прогнозу).

Вказується, що в сучасній технології спорту та спортивно-педагогічній діяльності для підвищення працездатності спортсменів необхідно в першу чергу раціональне використання відомих законів фізики, механіки, біохімії, фізіології та різних інженерних наук в навчально-тренувальному та змагальному процесах. До них можна віднести інформацію про біомеханічні ергогенні засоби, що застосовуються у спорті, а саме: спортивну екіпіровку та одяг, спортивні споруди, автоматизовані системи керування тренувальним процесом, гравітаційні біомеханічні стимулятори й тренажерні пристрої (Кашуба В., 2016).

В даний час підвищення працездатності спортсменів з використанням біомеханічних ергогенних засобів здійснюється двома основними напрямками. Перший напрям – зменшення впливу негативних факторів оточуючого середовища на спортсмена в умовах реалізації конкретних рухових завдань. Забезпечується останнє шляхом зменшення механічних навантажень на кістково-суглобовий апарат спортсмена, зниження опору зовнішнього середовища на основі підвищення фізичної якості спортивного одягу, інвентарю, інженерних-технічних засобів пересування.

В другому напрямі навчально-тренувальний процес повинен бути організований таким чином, щоб зовнішнє середовище набувало такі нові властивості, що оптимальні до різних фізичних факторів. Останнє дозволяє біотехнічно обґрунтувати та створювати нові тренажерні засоби, різноманітні гравітаційні біомеханічні стимулятори та автоматичні системи керування тренувальним процесом при використанні якого здійснюється вплив на різні сторони підготовки спортсмена.

До біомеханічних ерогенних засобів прямої дії відносяться спортивні снаряди, спортивний інвентар, інженерно-технічні засоби пересування, спортивний одяг, спортивні споруди.

Мета: опис біотехнічних систем, конкретизація функціонування та визначення умов зменшення невизначеності систем, пошук та інтерпретація прихованих періодичностей стосовно числових рядів, що мають місце в тренувальній та змагальній діяльності.

Об'єкт дослідження: біотехнічні системи; цифрова інформація про відповідні процеси що досліджуються.

Матеріали і методи

Досліджувалося функціонування біотехнічних систем. Для характеристики функціонального ста-

ну системи використаний аналіз роботи серцево-судинної системи, який кількісно характеризувався частотою серцевих скорочень, що знімалася в динамічному режимі пульсометром з посекудною дискретизацією часу і аналізувалися за допомогою програмного пакету.

Результати та їх обговорення

У дослідженні біологічних та природних явищ доводиться працювати з вимірами певних параметрів процесів. Виміри отримуються за допомогою відповідних приладів та мають похибку, яку треба враховувати у дослідженні.

В багатьох випадках ми маємо деякі часові ряди, які досліджуються різними методами в залежності від поставленої мети. Поширеними методами аналізу часових рядів є: спектральний аналіз, кореляційний аналіз, моделі авторегресії і ковзного середнього, багатоканальні моделі авторегресії, прогноз експоненціально зваженим ковзаючим середнім тощо. При аналізі цифрової інформації звернемо увагу на виділення: закономірних складових ряду, що залежать від часу (тренд, циклічні складові); виділення низько - або високочастотних складових процесу; дослідження випадкової складової ряду; побудову математичної моделі для опису випадкової складової і перевірка її адекватності; прогнозування майбутнього розвитку процесу (П'янило, Я., Лопат'єв, А., П'янило, Г., & Власов, А., 2017; Lopatiev, A., Ivashchenko, O., Khudolii, O., Pjanylo, Y., Chernenko, S., & Yermakova T., 2017; Лопат'єв, А., Пітин, М., & Демічковський, А., 2017).

На рисунку 1 представлені початкові експериментально виміряні частоти серцевих скорочень (ЧСС), визначені у спортсменки кардіомонітором Polar RC800 з посекудною часовою дискретизацією протягом тренувального дня упродовж навчально-тренувального збору. Одержаний часовий ряд проаналізовано програмним пакетом Kubios

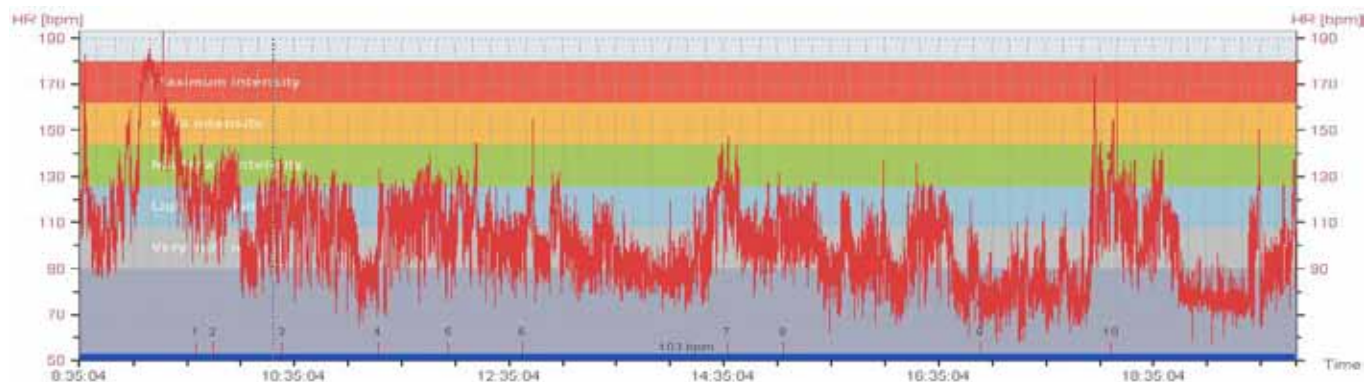


Рис.1. Значення ЧСС спортсменки з посекудною часовою дискретизацією протягом тренувального дня

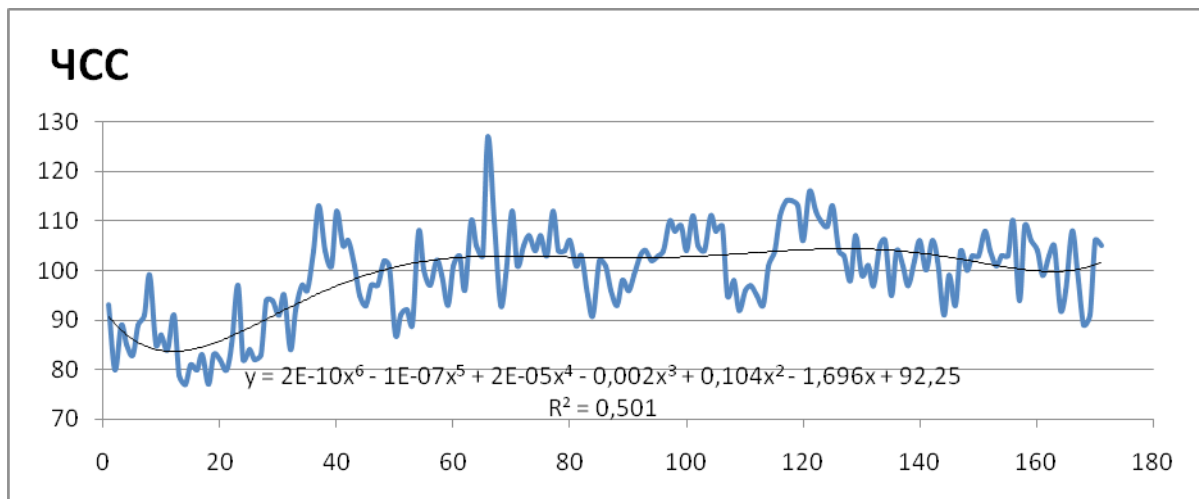


Рис. 2. Результати перших 180 розрахункових значень ЧСС спортсменки через кожні 12 секунд протягом першого відпочинку

HRV, в якому для статистичних розрахунків та визначення варіабельності серцевого ритму використовують відповідні інтервали часу між поштовхами серця (RR). Цей програмний продукт надає змогу визначити основні характеристики роботи серцево-судинної системи спортсменки у різних часових проміжках тренувального дня – зарядка, тренування, відпочинок. Результати такого аналізу RR інтервалів під час відпочинку спортсменки та відповідні цим даним ЧСС для вибраних часових проміжків нами усереднені через кожні 12 секунд та для більшої наочності представлені перші їх 180 значень (рис. 2). Окрім цього, на рисунку 2 подана поліноміальна лінія тренду шостого порядку.

Розглянуто функціонування однієї з біотехнічних систем в якій проведені синхронізовані дослідження функціонального стану спортсмена із відеоаналізом техніки виконання вправи (Власов, А., Демічковський, А., Іващенко, О., Лопатьев, А., Пітин, М., П'янило, Я., & Худолій, О., 2016; Власов, А.П., Лопатьев, А.О., Виноградський, Б.А., & Демічковський, А.П., 2010; Лопатьев, А., Власов, А., & Демічковський, А., 2017). Одночасно з моніторингом ЧСС цифровою відеокамерою Sony DCR-XR150E проводилась відеозйомка техніки виконання стрілецьких вправ. Перед початком експериментів було узгоджено системні годинники пульсометра і відеокамери. Відзняті відео-фрагменти виконання тренувальних вправ спортсменами імпортувались в персональний комп'ютер, де попередньо оброблялись за допомогою спеціалізованої програми Picture Motion Browser (Sony). Надалі відбувалась комп'ютерна обробка відеоматеріалів за допомогою програмного пакету Dartfish Connect, який надає можливість виокремлення основних кадрів, для яких наявні опції фіксації часу і маркерного аналізу рухів. Такий підхід дозволив провести по-

кадровий аналіз виконання стрілецької вправи із періодичністю в 20 мс і паралельно, до кожного кадру у відповідні моменти часу визначити характерні значення функціонального стану спортсмена. Одержані результати для майстра спорту міжнародного класу при виконанні тренувальної вправи. Проведена оцінка середнього часу виконання пострілу спортсменом яка складає ≈ 58 с. Середнє значення ЧСС перед виконанням стрілецької вправи складало 92 уд/хв. Спостережено, що в момент виконання стрілецької вправи ЧСС зростає до 104-115 уд/хв.

В іншій біотехнічній системі проведені електрографічні дослідження м'язів під час виконання змагальної вправи (Лопатьев, А., Власов, А., Демічковський, А., & Ткачек, В., 2016; Воваканич, Л., Виноградський, Б., & Ткачек, В., 2012; Лопатьев, А., Власов, А., & Демічковський, А., 2017). Метою дослідження було визначення загальних закономірностей та індивідуальних особливостей біоелектричної активності м'язів плечового поясу та спини висококваліфікованих спортсменів під час виконання заключної фази пострілу. Було проаналізовано біоелектричну активність м'язів плечового поясу та спини стрільців під час виконання рухових дій у фінальній частині пострілу(прицілюванні під час дотягування). 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. 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.

Висновки

Наведений підхід до вивчення біотехнічних систем. Частота серцевих скорочень людини змінюється упродовж дня в залежності від часу і має коливний характер з певними періодами. Періоди частоти серцевих скорочень, в свою чергу, залежать від активності людини та часу доби. Разом з тим при відпочинку, частота серцевих скорочень має тенденцію до зменшення амплітуди. Крім цього, значення частоти серцевих скорочень суттєво залежить від навантаженості людини. Все це

підтверджує необхідність в проведенні достатньо детальних досліджень частоти серцевих скорочень людини та вплив на неї як зовнішніх, так і внутрішніх факторів і кореляцію між ними. Невизначеність системи зменшується при введенні додаткової інформації.

Конфлікт інтересів

Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів.

Література

1. Лопатьєв, А., Власов, А., Демічковський, А., & Ткачек, В. (2016). Функціонування біотехнічних систем в спорті. *Моделювання та інформаційні технології у фізичному вихованні та спорті, XII Міжнародна наукова конференція*, 6-9.
2. Архипов, О.А. (2014). Біомеханічний аналіз: навч. посібник, 2-е видання. Київ: НПУ ім. М.П. Драгоманова, 241.
3. Власов, А., Демічковський, А., Іващенко, О., Лопатьєв, А., Пітин, М., П'янило, Я., & Худолій, О. (2016). Системний підхід і математичне моделювання біологічних та природних об'єктів і процесів. *Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології. Науковий збірник*, (23), 17-28.
4. Власов, А.П., Лопатьєв, А.О., Виноградський, Б.А., & Демічковський, А.П. (2010). Аналіз рухових дій при виконанні стрілецьких вправ. *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету*, 561-565.
5. Кашуба, В. (2016). Инновационные технологии в современном спорте. *Спортивный вестник Приднестровья. Научно-практический журнал*, (1), 46-57.
6. Вовканич, Л., Виноградський, Б., & Ткачек, В. (2012). Електроміографічні паттерни виконання пострілу зі спортивного лука. *Вісник Чернігівського державного педагогічного університету імені Тараса Григоровича Шевченка*, 1(102), 111-115.
7. Лопатьєв, А., Власов, А., & Демічковський, А. (2017). Функціонування системи «стрілець – зброя – мішень» з врахуванням енергоінформаційної та гравітаційної взаємодії. *Теорія та методика фізичного виховання*, 17(1), 48-52. doi:https://dx.doi.org/10.17309/tmfv.2017.1.1186
8. Лопатьєв, А., Власов, А., & Демічковський, А. (2017). Особливості моделювання біомеханічних та біологічних систем. *Теорія та методика фізичного виховання*, 17(2), 79-85. doi:https://dx.doi.org/10.17309/tmfv.2017.2.1192
9. Лопатьєв, А., Пітин, М., & Демічковський, А. (2017). Основні визначення і положення системного підходу, математичного моделювання та інформаційних технологій спортивної науки. *Теорія та методи-*

References

1. Lopatiev, A., Vlasov, A., Demichkovskiy, A., & Tkachek, V. (2016). Funktionsionuvannya biotekhnichnykh system v sporti. *Modeliuvannya ta informatsiini tekhnolohii u fizychnomu vykhovanni ta sporti, XII Mizhнародna naukova konferentsiia*, 6-9.
2. Arkhypov, O.A. (2014). Biomekhanichnyi analiz: navich.posibnyk, 2-e vydannia. Kyiv: NPU im. M.P. Drahomanova, 241.
3. Vlasov, A., Demichkovskiy, A., Ivashchenko, O., Lopatiev, A., Pityn, M., Pianylo, Ya., & Khudolii, O. (2016). Systemnyi pidkhd i matematychne modeliuvannya biolohichnykh ta pryrodnykh ob'ektiv i protsesiv. *Fizyko-matematychne modeliuvannya ta informatsiini tekhnolohii. Naukovyi zbirnyk*, (23), 17-28.
4. Vlasov, A.P., Lopatiev, A.O., Vynohrads'kyi, B.A., & Demichkovskiy, A.P. (2010). Analiz rukhovyykh dii pry vykonanni strilets'kykh vprav. *Visnyk Chernihivskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu*, 561-565.
5. Kashuba, V. (2016). Innovatsionnye tekhnologi v sovremennom sporte. *Sportyvnyi visnyk Prydniprovia. Naukovo-praktychnyi zhurnal*, (1), 46-57.
6. Vovkanych, L., Vynohrads'kyi, B., & Tkachek, V. (2012). Elektromiografichni patterny vykonannya postriilu zi sportyvnoho luka. *Visnyk Chernihivskoho derzhavnoho pedahohichnoho universytetu imeni Tarasa Hryhorovycha Shevchenka*, 1(102), 111-115.
7. Lopatiev, A., Vlasov, A., & Demichkovskiy, A. (2017). Functioning of "Shooter – Weapons – Aim" System with Regard to Energy-informational and Gravitational Interaction. *Teoriâ ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*, 17(1), 48-52. doi:https://dx.doi.org/10.17309/tmfv.2017.1.1186
8. Lopatiev, A., Vlasov, A., & Demichkovskiy, A. (2017). Peculiarities of Simulation of Biomechanical and Biological Systems. *Teoriâ ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*, 17(2), 79-85. doi:https://dx.doi.org/10.17309/tmfv.2017.2.1192
9. Lopatiev, A., Vlasov, A., & Demichkovskiy, A. (2017). Basic Definitions and Concepts of Systems Approach, Mathematical Modeling and Information Technologies in Sports Science. *Teoriâ ta Metodika*

- ка фізичного виховання, 17(3), 117-125. doi:<https://dx.doi.org/10.17309/tmfv.2017.3.1196>
10. П'янило, Я., Лопатьєв, А., П'янило, Г., & Власов, А. (2017). Підходи до аналізу числових рядів. *Моделювання та інформаційні технології у фізичному вихованні та спорті. XIII Міжнародна наукова конференція*, 47-52.
 11. Lopatiev, A., Ivashchenko, O., Khudolii, O., Pjanylo, Y., Chernenko, S., & Yermakova T. (2017). Systemic approach and mathematical modeling in physical education and sports. *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, 17(1), 146–155.
 10. Pjanylo, Ya., Lopatiev, A., Pjanylo, H., & Vlasov, A. (2017). Pidkhody do analizu chyslovykh riadiv. *Modeliuvannia ta informatsiini tekhnologii u fizychnomu vykhovanni ta sporti. XIII Mizhnarodna naukova konferentsiia*, 47-52.
 11. Lopatiev, A., Ivashchenko, O., Khudolii, O., Pjanylo, Y., Chernenko, S., & Yermakova T. (2017). Systemic approach and mathematical modeling in physical education and sports. *Journal of Physical Education and Sport (JPES)*, 17(1), 146–155.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В СПОРТЕ

Лопатьев А. А.^{1,2}, Власов А.П.¹, Демичковський А.П.¹

¹Львовский государственный университет физической культуры

²Центр математического моделирования Института прикладных проблем механики и математики им. Я.С. Подстригача

Реферат. Статья: 6 с., 2 рис., 11 источник.

Цель – описание биотехнических систем, конкретизация функционирования и определение условий уменьшения неопределенности системы, поиск и интерпретация скрытых периодичностей относительно числовых рядов, имеющее место в тренировочной и соревновательной деятельности.

Материалы и методы. Исследовалось функционирование биотехнических систем. Для характеристики функционального состояния системы использован анализ работы сердечно-сосудистой системы, которая количественно характеризовалась частотой сердечных сокращений, которые снимались в динамическом режиме пульсометром с посекундной дискретизацией времени и анализировались с помощью программного пакета.

Результаты. В статье предлагается при исследовании биологических и природных процессов определенный подход для работы с числовыми рядами. Проведен поиск и интерпретация скрытых периодичностей относительно числовых рядов, которые имеют место в тренировочной та соревно-

вательной деятельности спортсменов. Приведены некоторые биотехнические системы.

Выводы. Приведен подход для изучения биотехнических систем. Частота сердечных сокращений человека изменяется на протяжении дня в зависимости от времени и имеет колебательный характер с определенными периодами. Периоды частоты сердечных сокращений, в свою очередь, зависят от активности человека и времени суток. Вместе с этим при отдыхе, частота сердечных сокращений имеет тенденцию к уменьшению амплитуды. Кроме того, значение частоты сердечных сокращений существенно зависят от нагрузки человека. Все это подтверждает необходимость проведения достаточно детальных исследований частоты сердечных сокращений человека и влияния на нее внешних и внутренних факторов, а так же корреляцию между ними. Неопределенность системы уменьшается при введении дополнительной информации.

Ключевые слова: моделирование; биотехнические системы; числовые ряды; скрытые периодичности.

MODELING BIOTECHNICAL SYSTEMS IN SPORTS

Lopatiev A. O.^{1,2}, Vlasov A.P.¹, Demichkovskiy A.P.¹

¹Lviv State University of Physical Culture

²Center for Mathematical Modeling of Ya. S. Pidstryhach Institute for Applied Problems of Mechanics and Mathematics

Report. Article: 6 p., 2 fig., 11 sources.

The objective is to describe biotechnical systems, to specify their functioning and to determine the conditions to decrease the uncertainty of the systems; to search and interpret the hidden periodic behavior of the numerical series occurring in training and competitive activities.

Materials and methods. The functioning of biotechnical systems was studied. To characterize the functional state of the system, the study used analysis of the cardiovascular system functioning, which was quantitatively characterized by the frequency of cardiac contractions taken in the dynamic mode with a pulsimeter with per-second discretization of time and analyzed using a software package.

Results. The article proposes to use a certain approach to handle numerical series when studying biological and natural processes. The hidden periodic behavior of the numerical series occurring in training and competitive activities of athletes were sought out

and interpreted. The paper presents some biotechnical systems.

Conclusions. The paper proposes an approach to studying biotechnical systems. The human heart rate changes throughout the day depending on the time and is of fluctuating nature with certain periods, whereas the heart rate periods depend on the person's activity and the time of day. At the same time, when in rest, the heart rate tends to decrease the amplitude. Moreover, the heart rate reading significantly depends on the load of the person. All this confirms the need to conduct a sufficiently detailed study of the human heart rate and its exposure to external and internal factors as well as the correlation between the latter. The uncertainty of the system decreases with the introduction of additional information.

Key words: modeling; biotechnical systems; numerical series; hidden periodic behavior.

Інформація про авторів:

Лопатьєв А.О.: snauper777@gmail.com; Центр математичного моделювання Інституту прикладних проблем механіки і математики ім. Я.С. Підстригача, вул. Дудаєва, 15, м. Львів, 79007, Україна.

Власов А.П.: anvitvl@ukr.net; Львівський державний університет фізичної культури, вул. Костюшка, 11, м. Львів, 79007, Україна.

Демічковський А.П.: snauper777@gmail.com; Львівський державний університет фізичної культури, вул. Костюшка, 11, м. Львів, 79007, Україна.

Цитуйте статтю як: Лопатьєв, А. О., Власов, А.П., & Демічковський, А.П. (2017). Моделювання біотехнічних систем в спорті. *Теорія та методика фізичного виховання*, 17(4), 184–190. doi: 10.17309/tmfv.2017.4.1203

Стаття надійшла до редакції: 15.11.2017 р. Прийнята: 26.12.2017 р. Надрукована: 30.12.2017 р.