

УДК 004.9 : 61

М.В. МОСКОВКО, С.В. ТИМЧИК, І.І. ЕНТІН

## АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ТА АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ (ЗА МАТЕРІАЛАМИ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ)

*Вінницький національний технічний університет,  
21021, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, Україна*

**Анотація.** В статті проведено аналіз існуючих методів та апаратно-програмних засобів для оцінювання якості підготовки спортсменів, наведено основні переваги та недоліки існуючих комплексів та представлено основні області використання.

**Аннотация.** В статье проведен анализ существующих методов и аппаратно-программных средств для оценки качества подготовки спортсменов, приведены основные преимущества и недостатки существующих комплексов и представлены основные области использования.

**Abstract.** This paper analyzes the existing methods and hardware and software to evaluate the quality of training athletes, are the main advantages and disadvantages of existing systems and presents basic field use.

**Ключові слова:** спортивна підготовка, апаратно-програмний комплекс, функціональний стан.

### ВСТУП

Сучасна спортивна підготовка передбачає використання найрізноманітніших засобів, здатних викликати необхідні функціональні і морфологічні зміни в організмі спортсмена. Тренувальними вважаються всі методи, які можна використовувати певним методом для досягнення високого спортивного результату. У спортивному тренуванні поняття засіб і метод виступають як єдине ціле. Говорячи про засоби, маємо на увазі те, які саме засоби використовуються; говорячи про методи – як ці засоби застосовуються [1].

У практиці спортивної підготовки сьогодні визначилось декілька напрямів розвитку вимірювальних систем, що застосовуються в педагогічному контролі і використовують:

- високошвидкісні відеокамери у комплексі з дешифраторами відеофайлів для персональних комп'ютерів (ПК);
- автоматизовані системи обробки відеограм на базі ПК;
- стаціонарно встановлені динамографічні платформи, що працюють у звичайних умовах, з виводом даних через аналогово-цифрові перетворювачі на ПК;
- системи аналізу стану м'язової та інших функціональних систем атлетів.

Розвиток цих напрямів спричинив появу рухомих лабораторій з компактними вимірювальними системами, котрі дозволяють контролювати рухові дії спортсменів у ході тренувального процесу в звичайних умовах і підійти до вирішення проблеми моделювання спортивної техніки. Подальше рішення проблеми розробки її раціональних варіантів успішно вирішується шляхом широкого використання теоретичних основ і засобів біомеханічного моделювання рухів [2].

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

Увесь кількісний матеріал, необхідний для побудови біомеханічних моделей спортивної техніки для конкретного атлета, отримують в результаті опрацювання відеограм, котрі в свою чергу формуються за рахунок використання спеціалізованих систем відеоаналізу технічної майстерності спортсмена. Тренер та спортсмен здебільшого задовольняються візуальними методами оцінки техніки та інколи відеозйомкою. Такий підхід, насамперед, призводить до збільшення періоду формування найбільш раціональної структури рухової дії.

Програмне забезпечення системи "Lumax" характеризується такими особливостями [2]:

- синхронне опрацювання відеоінформації, отриманої від 1 до 5 каналів (відеокамер);
- опрацювання відеоінформації у різних форматах (BMP, JPEG, GIF, AVI);
- моделювання будь-якої біокінематичної системи чи систем (атлет, спортсмен-снаряд, атлет-атлет тощо);
- отримання в процесі первинної обробки координатного шляху змодельованої біокінематичної системи з урахуванням часового інтервалу відеозапису;
- двох- та тривимірний аналіз механіки (кінематичні та динамічні характеристики) біокінематичної системи при виконанні рухової дії;
- створення банку даних про виконання рухової дії атлетом;
- створення відеограм, кінетограм на базі опрацьованої відеоінформації;
- гнучка оболонка, що дозволяє у сукупності застосовувати різноманітні прикладні програми.

Точність визначення координат точок змодельованої біокінематичної системи при опрацюванні відеограми (у даному програмному забезпеченні порівняно з іншими) була підвищена за рахунок: а) можливості збільшення відеограми в  $n$  разів при оцифровці; б) реального візуального контролю за побудовою біокінематичної системи (рис. 1) для опрацювання відеограми з моментальним виправленням зробленої помилки; в) застосування відносної координатної системи, незалежної від пікселя, що визначає координати точок з похибкою  $10^{-3}$ .

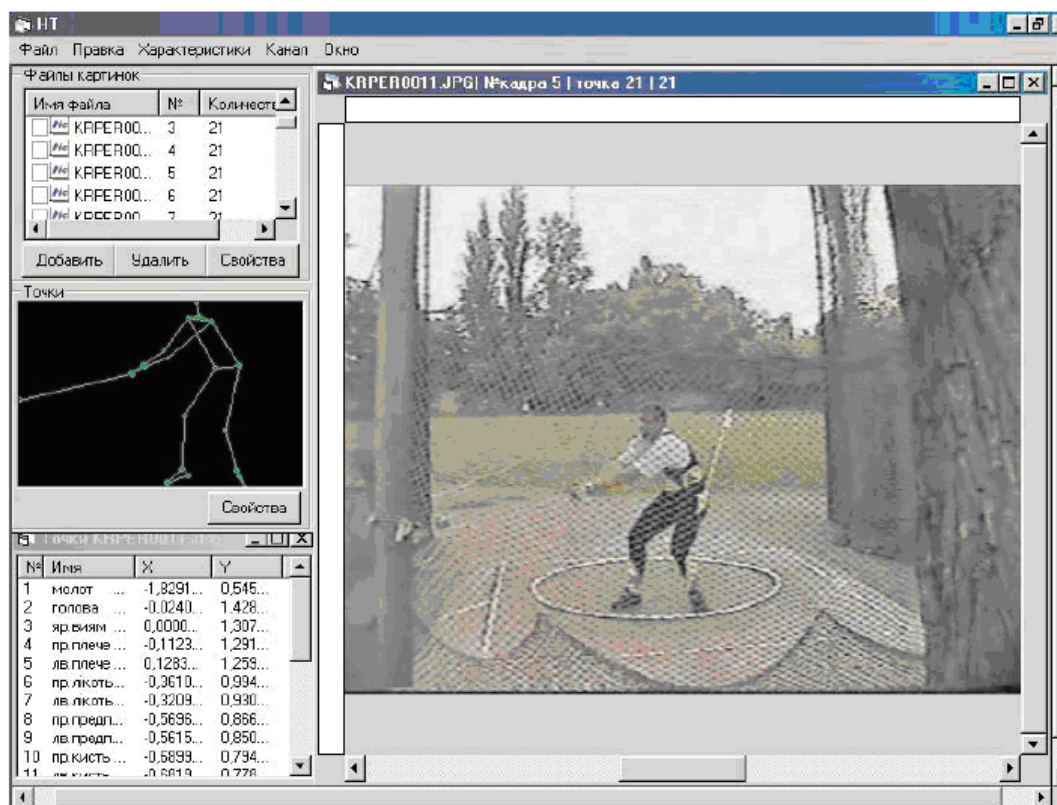


Рис.1. Вікно «Lutaх» програми в момент опрацювання відеограми

Одночасний аналіз кількісної (біомеханічні характеристики) та якісної (відеограми та кінетограми інформації) дають змогу тренеру та атлету чітко визначити як зовнішню структуру рухової дії, так і внутрішні механізми, що визначають ефективність та раціональність її виконання з подальшим введенням індивідуальних корективів у процес технічної підготовки спортсмена [2].

Спеціалізований програмно-апаратний комплекс «Омега-С» призначений для об'єктивної оцінки фізичного стану спортсменів і є, мабуть, самим витребуваним на сьогоднішній день. Організм спортсменів під час тренувань і змагань піддається екстремальним навантаженням і довгострокові наслідки таких навантажень можуть бути неочевидні. Використовуючи технологію «Омега-С» спортивний лікар може відстежити якість відновних процесів, що відбуваються в організмі, і дозволяють забезпечити баланс між високими навантаженнями і збереженням здоров'я, істотно підвищити

ефективність тренувань, прогнозувати досягнення піку спортивної форми і підтримувати її протягом усього змагального періоду. Постійно накопичується електронна база даних комплексу «Омега-С», даючи можливість оперативно фіксувати відхилення у фізичному стані, що знижує ризик травматизму і захворювань [3].



Рис. 2. Складові частини комплексу «Омега-С»

Використовуючи комплекс «Омега-С» можна:

- об'єктивно оцінювати фізичний стан спортсмена;
- своєчасно корегувати тренувальний процес;
- визначати ступінь готовності спортсмена до змагань;
- визначати допустиму інтенсивність навантажень;
- визначати необхідність медичного втручання.

Комплекс ОМЕГА-С дозволяє здійснювати діагностичні процедури на основі нейродинамічного аналізу варіабельності серцевого ритму людського організму.

Використання даної апаратури дозволяє отримати об'єктивну оцінку фізичного стану обстежуваного спортсмена протягом мінімального часу. Так, при використанні багатоканального варіанту системи «ОМЕГА-С» час обстеження одного спортсмена не перевищує однієї хвилини.

Застосування комплексу «ОМЕГА-С» тренерами і спортивними лікарями дозволяє здійснювати наступні діагностичні заходи [3].

У режимі експрес-контролю визначати:

- рівень адаптації спортсмена до фізичних навантажень;
- ступінь тренуваності серця спортсмена;
- рівень енергетичного забезпечення фізичних навантажень;
- поточний психоемоційний стан спортсмена;
- інтегральний показник «індекс спортивної форми».

У режимі динамічного спостереження:

- контролювати функціональний стан спортсмена
- оцінювати рівень тренувального і змагального навантаження;
- визначати ефективність різних методів відновлення і профілактики при проведенні передсезонної підготовки і в змагальний період;
- в період реабілітації після спортивних травм.

При групових обстеженнях:

- відбирати найбільш підготовлених на даний момент спортсменів;
- оцінювати перспективи підтримки або погіршення спортивної форми;
- формувати групи спортсменів за рівнем фізичної підготовки;
- виявляти «раптові», невмотивовані зниження функціональних показників, що є наслідком можливого порушення спортивного режиму.

▪ документувати результати обстеження, працювати з базами даних і формувати індивідуальні і групові висновки про раціональну організацію тренувального процесу і його медикаментозну підтримку.

Схематично структуру і можливості комплексу і програми «Омега С» можна представити рисунком 3.

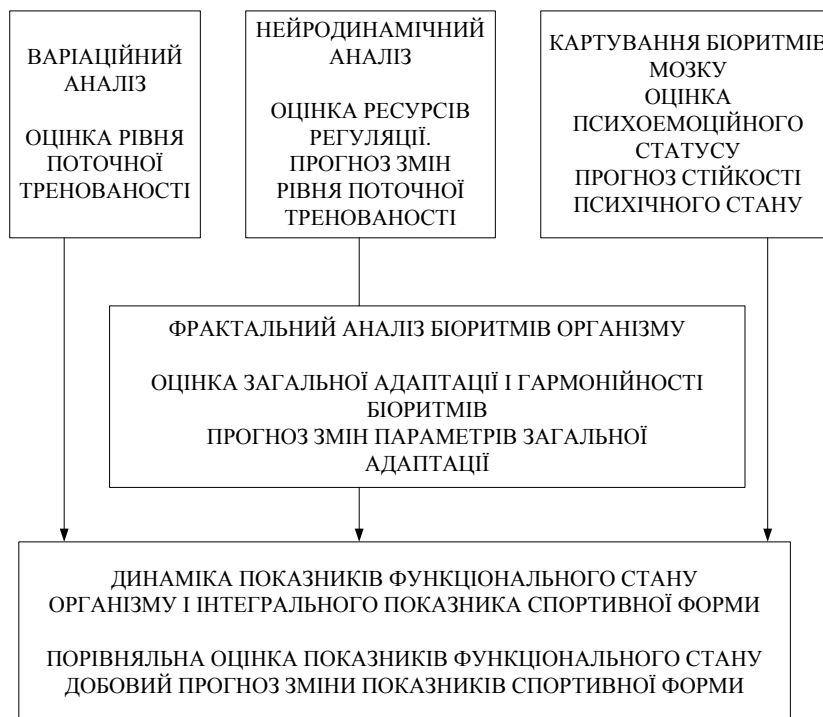


Рис. 3. Структура і можливості комплексу і програми «Омега С»

Наведена схема дає чітке уявлення про основні відмінності запропонованої програми від тих, що були раніше. У кращих своїх варіантах реалізації оцінка варіабельності серцевого ритму не здатна дати прогнозовану інформацію про характер майбутніх змін спортивної форми. Вона може дати уявлення лише про поточну тренуваність, але подібних відомостей очевидно недостатньо для прийняття керуючого рішення, спрямованого на коригування тренувального процесу [3].

Програмно-апаратний комплекс неінвазивної медичної діагностики спортсменів (моніторинг стану, розрахунок адекватних фізичних навантажень, профілактика травматизму, висновок про пік форми до змагань) [4].

Призначення комплексу:

- Визначення чисельних показників ступеня підготовки спортсменів до виступів здійснюється спеціальним багатоканальним вимірювальним комплексом з комп'ютерною обробкою багатопараметричних даних за індивідуальною програмою кожного спортсмена з урахуванням графіка підготовки, виступів, фізико-анатомічних і фізіологічних характеристик тощо.

- Здійснення моніторингу спортсменів у процесі тренувань за результатами багатопараметричного аналізу динамічних показників стану і фізіологічних характеристик (стану опорно-рухового апарату, аномалій температурних полів, серцево-судинної діяльності та ін) з розробкою рекомендацій по оптимальному проведенню тренувань і фізичних навантажень;

- Забезпечення об'єктивності діагностики на 85-90% (експертна оцінка).

*Об'єкти діагностики*

Спортсмени (хокеїсти, лижники та ін), виступ яких є потенційно травматичним.

*Переваги полягають у наступному:*

- дистанційна комплексна оцінка фізичного стану спортсменів перед початком тренувального процесу або спортивних змагань;

- дистанційний моніторинг впливу фізичних навантажень на органи і системи пацієнта з метою профілактики травматизму і вибору оптимальних навантажень для виходу на пік спортивної форми;

- можливість об'єктивно оцінювати навантаження;

- створення індивідуальних карток – з метою контролю за здоров'ям спортсмена;
- універсальність методу оцінки стану спортсменів під час тренувального процесу, змагань і в період реабілітації [4].

Основне призначення системи «АМСАТ» полягає у пошуку змін порушеного гомеостазу в організмі спортсмена, в пошуку органів і систем органів із зміненою функцією, а також органів та систем з порушеною соматовегетативною регуляцією [5].

Основним принципом роботи АПК «АМСАТ-КОВЕРТ» є вимірювання інтегральної електричної провідності внутрішнього середовища організму з використанням двох експертних систем: «електропровідності біологічних тканин» і «колоїдного зсуву».

Спортивне тренування, з фізіологічної точки зору, являє собою багаторічний процес адаптації організму людини до вимог, які йому пред'являє обраний вид спорту.

При використанні системи «АМСАТ» у осіб, що відчувають підвищене фізичне навантаження, аналізуються дані кількох обстежень:

- 1 обстеження - останнє обстеження поточного дня (бажано у вечірній час перед сном);
- 2 обстеження - перше обстеження робочого дня перед фізичним навантаженням (базове обстеження);
- 3 обстеження - проводиться безпосередньо після розминки (впрацювання);
- 4 обстеження - проводиться після максимального навантаження;
- 5 обстеження - проводиться через 20-25 хвилин після навантаження (у цей період людина перебуває у спокої - фаза відновлення). Якщо показники стану організму п'ятого обстеження гірші показників четвертого, то необхідно продовжити обстеження з інтервалом 15 - 20 хвилин [5].

ІДС «Кардіометрія-2005» (ІДС «КрдМ-5») призначена для оцінки функціонального стану організму одночасно у 5 спортсменів шляхом визначення рівня енергобалансу та його структури [6].

До складу діагностичного комплексу можуть входити:

- 5-канальний блок-перетворювач;
- 5 пар кардіоелектродов;
- ноутбук;
- комп'ютерна програма;
- принтер.

ІДС «Кардіометрія-2005» оцінює:

- рівень енергетичного балансу організму та його структури, якому відповідають стадії адаптації організму щодо впливів факторів стресу, включаючи і види фізичного навантаження;
- рівні взаємодії регуляторних механізмів процесу адаптації організму після впливу факторів стресу, включаючи фізичні навантаження;
- вплив відділів нервової системи організму на функціонування регуляторних механізмів адаптації;
- рівні тренуваності організму, включаючи і стан «спортивна форма»;
- індивідуальну «функціональну обдарованість» організму;
- процеси відновлення організму щодо впливів факторів стресу;
- вплив фармакологічних, медикаментозних видів корекції і фізіотерапевтичних процедур на організм.

Функціональність комп'ютерної програми забезпечує:

- оцінку впливу вегетативної і центральної нервової системи на регуляторні механізми ССС;
- якісно-кількісний аналіз функціонального стану (рівня тренуваності) організму спортсмена;
- візуалізацію процесу сеансу діагностики та його результатів;
- здійснення порівняльного аналізу станів 5 спортсменів одночасно;
- формування висновку за результатами сеансу діагностики з наступним документуванням і роздрукуванням;
- видачу методичних рекомендацій у вигляді кількісних формул алгоритмів Фізичного навантаження (Фн), з урахуванням % відновлення енергобалансу і його структури організму спортсмена;
- формування бази даних сеансів діагностики з окремих видів спорту[6].

Система Omegawave за дві хвилини вимірює функціональний стан ССС і ЦНС спортсмена та показники обміну речовин, поки спортсмен знаходиться в стані спокою. Система формує миттєву картину стомлення, стресу і готовності спортсмена, а також надає кількісно зміни даних, які дають можливість оцінити реакцію спортсмена на тренування, обраний режим занять і відновлення, а також емоційний стрес. До складу системи Omegawave Pro входить: панель тренера для збору інформації і комплексних звітів; мобільний додаток для спортсмена; сенсорний пояс ECG з підтримкою Bluetooth;

електроди і кабелі Omega. Система Omegawave Pro може бути доповнена проведенням наступних вимірювань: вимірювання на локальному компютері; оцінка нервово-м'язової системи; оцінка фізичної працездатності ( $PWC_{170}$ ) [3].

Принцип роботи "Кардіокоду" базується на мультипараметричному аналізі фазової структури серцевого циклу по ЕКГ, який вимірює 7 основних параметрів гемодинаміки непрямим методом з можливістю якісної оцінки функцій ССС [7].

За допомогою аналізу компенсаторного механізму виявляється першопричина патології і її складність, для чого використовується якісна оцінка форми ЕКГ і РЕО в кожній з фаз серцевого циклу. Вперше для цього використовується нове спеціальне одноканальне відведення – ЕКГ висхідної аорти (спрощений варіант одного з відведень по Френку), що дозволяє вперше з електродів ЕКГ реєструвати РЕО граму.

На сьогоднішній день найбільш популярною методикою є система багатофакторної експрес-динаміки функціональної підготовки спортсменів, запропонована професором С. А. Душаниним. Відповідно до цієї методики, лікарський контроль за функціональною підготовленістю спортсмена передбачає ряд обов'язкових завдань [7]:

- оцінка змін в ФС окремих системах організму, які мають найбільше значення для досягнення високих результатів в даному виді спорту;
- визначення загальної і спеціальної працездатності;
- діагностика остаточного тренувального ефекту, тобто змін в пізніх періодах відновлення, починаючи з дня після тренування;
- діагностика термінового тренувального ефекту, тобто змін, які відбуваються в організмі під час тренування або змагання;
- оцінка результатів співставлення поточного обстеження з попередніми, отриманими на ранніх етапах підготовки спортсменів під час занять, в стані найбільшої підготовленості (спортивна «форма»), в період досягнення кращих результатів і ін.

Останнім часом серед спортсменів, на відміну, наприклад, від операторів прийнято розрізняти наступні типи ФС [7]:

- перманентний (етапний) стан являє собою прояв кумулятивного тренувального ефекту в основі якого лежить довгострокова форма адаптації;
- поточний стан являє собою прояв остаточного тренувального ефекту і змінюється щодня під впливом різних за направленістю, об'ємом та інтенсивністю тренувальних і змагальних навантажень, відпочинку, природних і преформованих факторів підвищення і відновлення працездатності;
- оперативний стан, в основі якого лежить термінова форма адаптації, яка характеризує зміни, що наступають в організмі під час або одразу після закінчення виконання вправ різного напрямку та інтенсивності.

За допомогою факторного аналізу було встановлено, що внутрішню структуру функціональних можливостей, які визначають аеробну і анаеробну (креатинфосфатну і гліколітичну) працездатність формують наступні фактори або узагальнені властивості організму [7].

Потужність характеризує швидкість звільнення енергії в аеробних метаболічних процесах і максимізацію продуктивності функціональних систем (наприклад, кардіореспіраторної по МПК) забезпечення напруженої м'язової діяльності.

Ємність відображає стійкість функціональних систем. Ємність біоенергетичної системи лімітує максимальний об'єм (тривалість) роботи, який може бути виконаний за рахунок даної системи.

Ефективність (економічність) визначає ступінь використання функціональних резервів і енергії, що звільняється в метаболічних процесах, для виконання м'язової роботи різної інтенсивності, тривалості і біомеханічної структури.

Мобілізованість (рухливість) систем визначають швидкість розгортання функціональних і метаболічних реакцій в процесі впрацювання при м'язовій роботі.

Реалізованість потенційних можливостей характеризується ступенем мобілізації функціональних і метаболічних систем; резервними можливостями їх прояву в найбільш сприятливих умовах: співвідношенням фактичних величин показників з модельними для даної спортивної спеціалізації, кваліфікації та статі спортсменів.

Відновлювальність функціональних і метаболічних систем після навантаження відображає швидкість проходження без адаптації і тим самим визначає ступінь готовності спортсмена до повторної м'язової роботи різної спрямованості [7].

## ВИСНОВКИ

В даній статті проведений аналіз існуючих методів та апаратно-програмних засобів, систем і технологій, які використовуються для оцінювання якості підготовки спортсменів, який представив загальні відомості та особливості використання існуючих комплексів, а також віддзеркалив недосконалість або фактичну відсутність і неспроможність надійної, високоефективної, апаратно-програмної та інформаційної підтримки тренувально-змагального процесу спортсменів вищої кваліфікації, що в подальшому обумовлює необхідність розроблення методу та інформаційної системи для оцінювання ступеня та якості підготовленості спортсменів.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гребной спорт: [учебник для студентов высш. пед. учеб. заведений] / Т. В. Михайлова, А. Ф. Комаров, Е. В. Долгова, И. С. Епищев; под ред. Т. В. Михайловой. – М.: Издательский центр "Академия", 2006. – 400с.
2. Островський М. Відеокомп'ютерний аналіз рухів як засіб контролю за встановленням технічної майстерності атлета/М. Островський// Теорія і методика фізичного виховання і спорту. - Київ:Вид-ня Національного університету фізичного виховання і спорту України, 2003, N 1.- С.130-133
3. «Омега С» - оборудование. [Электронный ресурс] /omegas.dyn.ru/ Режим доступа : [http://omegas.dyn.ru/products/products\\_main/equipment/5/products\\_static/](http://omegas.dyn.ru/products/products_main/equipment/5/products_static/) – Дата обращения 03.06.2014.
4. Программно-аппаратный комплекс неинвазивной медицинской диагностики спортсменов (мониторинг состояния, выработка адекватных физических нагрузок, профилактика травматизма, вывод на пик формы к соревнованиям). [Электронный ресурс] /npo-termograf.ru/ Режим доступа : <http://npo-termograf.ru/site/10> – Дата обращения 03.06.2014.
5. Руев В.В., Юдин Б.Д. Использование диагностической системы «АМСАТ» в оценке состояния организма при занятиях спортом. [Электронный ресурс] / Руев В.В., Юдин Б.Д // [amsat-kovert.ru](http://amsat-kovert.ru) - Режим доступа : <http://amsat-kovert.ru/publ/ispolzovanie-diagnosticheskoi-sistemy-amsat-otsenke-sostoyanii-organizma-sport>. – Дата обращения 03.06.2014.
6. Зайцев В.К. Информационно-диагностическая система с элементами искусственного интеллекта для оценки функционального состояния спортсменов [Электронный ресурс] / Зайцев В.К., Сенько И.В., Дрожин А.В. // [myshared.ru](http://myshared.ru). - Режим доступа : <http://www.myshared.ru/slide/180833/>. – Дата обращения 03.06.2014.
7. Душанин С. А. Экспресс-диагностика спортсменов в нестационарных условиях / С. А. Душанин // Управление тренировочным процессом высококвалифицированных спортсменов. - К.: Здоров'я, 1985. - С. 116-125.

Надійшла до редакції 05.06.2014р.

**МОСКОВКО М.В.** – аспірантка 2-го курсу кафедри проектування медико-біологічної апаратури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

**ТИМЧИК С.В.** – к.т.н., доцент кафедри проектування медико-біологічної апаратури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.

**ЕНТІН І.І.** – студент 5-го курсу кафедри проектування медико-біологічної апаратури, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Україна.