

МОДЕЛЮВАННЯ ТА ТЕХНІЧНІ ЗАСОБИ У СПОРТІ

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОГО СТАНУ СПОРТСМЕНА

**Вовканич Любомир¹, Власов Андрій^{1,2},
Савицький Григорій², Лозинський Андрій³**

¹Львівський державний університет фізичної культури;

²Інститут прикладних проблем механіки і математики імені Я.С. Підстригача НАН України;

³Фізико-механічний інститут імені Г.В. Карпенка НАН України

Анотація. Наведений технічний опис та аналіз можливостей програмно-апаратного комплексу (ПАК) на базі велоергометра ВЕ02. ПАК дозволяє повністю автоматично встановлювати величину опору обертанню педалей під час тестів різної тривалості та характеру, реєструвати та аналізувати часові характеристики роботи. Висока часова роздільна здатність забезпечує можливість аналізу короткотривалих анаеробних навантажень.

Ключові слова: велоергометр, програмно-апаратний комплекс, короткотривалі тести.

Постановка проблеми. Наявний на сьогодні арсенал технічних засобів дослідження фізичної роботи спортсменів досить широкий і включає в себе велоергометри різних конструкцій, бігові доріжки, тренажери різноманітних типів [1]. Така багатоманітність пояснюється специфікою фізичної роботи під час тренувальної та змагальної діяльності спортсменів окремих спеціалізацій. Проте далеко не всі з названих приладів характеризуються достатніми технічними можливостями дозування та реєстрації потужності фізичних навантажень. Особливої актуальності ця проблема набуває під час спроби проаналізувати показники м'язової роботи, характерної для спортсменів-спринтерів. Висока потужність такої роботи у поєднанні з її короткочасністю формують особливі вимоги перед апаратно-програмними засобами для її аналізу. У той же час показники такої роботи виступають вагомими діагностично-прогностичними критеріями рівня функціональної підготовленості спортсмена та визначення вірогідного спортивного результату.

Зокрема, показники анаеробної потужності та ємності у значній мірі визначають спортивний результат бігунів на короткі та середні дистанції, велогонщиків-трековиків [3, 4, 5, 6], виявлена також кореляція між окремими показниками систем анаеробного енергозабезпечення і результатом на марафонській дистанції [1, 7].

Ефективний аналіз короткочасної фізичної роботи здійснюється за умови існування високої часової роздільної здатності реєстрації та регуляції потужності виконаної роботи. Це можна реалізувати шля-

хом використання наявного обладнання за умови його модернізації. **Метою** даної роботи була розробка програмно-апаратного комплексу для автоматизованого дозування фізичних навантажень та реєстрації часових параметрів роботи на велоергометрі ВЕ02.

Велоергометр ВЕ02 належить до стаціонарних пристроїв з регульованим електромагнітним гальмом. Обертаючи його педалі, спортсмен створює обертовий момент латунного диска механізму навантаження. Електромагнітом задається його гальмівний момент, який є пропорційним швидкості обертання диска. Суть гальмівного моменту полягає у тому, що наведений полем цього магніта індукційний струм у диску, взаємодіючи з магнітним потоком, що створив його, перешкоджає обертанню диска (у відповідності до закону Ленца). Регулювання величини гальмівного навантаження здійснюється вручну шляхом зміни сили постійного струму у катушках електромагнітів за допомогою потенціометра і контролюється високоомним мікроамперметром. Визначення частоти обертання педалей відбувається на основі реєстрації частоти обертання латунного диска із розміщеними на ньому залізними болтами. При цьому відбувається вимірювання середнього значення випрямленого струму в ланцюгу обмотки електромагнітного датчика обертання. Струм у ньому виникає в результаті зміни магнітного потоку під час проходження над датчиком залісної головки болта. Таким чином, у даній моделі велоергометра практично відсутня можливість автоматичної регуляції навантажень, а швидкість обертання можна визначати лише при-

близко, при цьому отримується середнє значення швидкості обертання, що не дає можливості повністю охарактеризувати особливості роботи. У зв'язку з цим на базі VE02 фахівцями НАН України був створений програмно-апаратний комплекс (ПАК), призначений для автоматизованого завдання навантаження та вимірювання часових (швидкісних) параметрів в процесі роботи на велоергометрі VE02.

Результати дослідження і їх обговорення.

Блок-схема ПАК представлена на рис. 1. Обмін даними і командами управління між комп'ютером (1) та велоергометром здійснюється електронною схемою розташованою в блоці управління. Двонаправлений обмін інформацією між комп'ютером (1) та блоком управління здійснюється через послідовний порт (COM) персонального комп'ютера та спеціалізований оптирозв'язаний інтерфейс (2). Електронна схема блока управління забезпечує:

- прийом, передачу та обробку даних та команд;
- обробку сигналів оптичних датчиків обертання для передачі отриманих даних у комп'ютер;
- задання навантаження та контроль роботи стабілізатора струму;
- переключення режимів роботи та їх індикацію.

Основу електронної схеми складає програмувана логічна інтегральна схема (ПЛІС) Altera (3), робота якої синхронізована імпульсами кварцевого генератора (5) з частотою 1,8432 МГц. Для вимірювання швидкостей обертання педалей, латунного диска механізму навантаження, та для фіксації по-

чатку обертання педалей у велоергометрі встановлено оптичні датчики на відбивання — транспонтори (15—17). Датчик Dent (15) забезпечує реєстрацію повороту педалей на кут 7,5 градусів. Датчик Trip (16) дозволяє фіксувати поворот латунного диска механізму навантаження на кут 15 градусів. Датчик Index (17) задає початок обертання. У ПЛІС сигнали від датчиків поступають після формування в схемі компараторів (4). Штатний вимірювач середньої швидкості обертання латунного диску системи навантаження (11) на основі датчика електромагнітного типу (19) працює незалежно як в ручному, так і в автоматичному режимах.

Навантаження в велоергометрі задається електромагнітами (18), які живляться від стабілізатора струму (9) зі схемою контролю (10). У коло живлення електромагнітів включено штатний вимірювач навантаження (8), що зберігає метрологічні характеристики велоергометра в автоматичному режимі роботи. Напряда задання для стабілізатора струму в автоматичному режимі встановлюється за допомогою десятиризного цифро-аналогового перетворювача — ЦАП (12). Дискретність встановлення потужності навантаження при максимальному значенні 400 Вт становить 0,4 Вт. Вибір режиму роботи відбувається за допомогою герконового реле (14). Електронна схема забезпечує світлодіодну (7) та звукову (6) індикацію, характер якої визначається керуючою програмою. Живлення електронної схеми здійснюється від стабілізованого блоку живлення (13).

В автоматичному режимі роботи передача команд з комп'ютера відбувається лише у разі необхід-

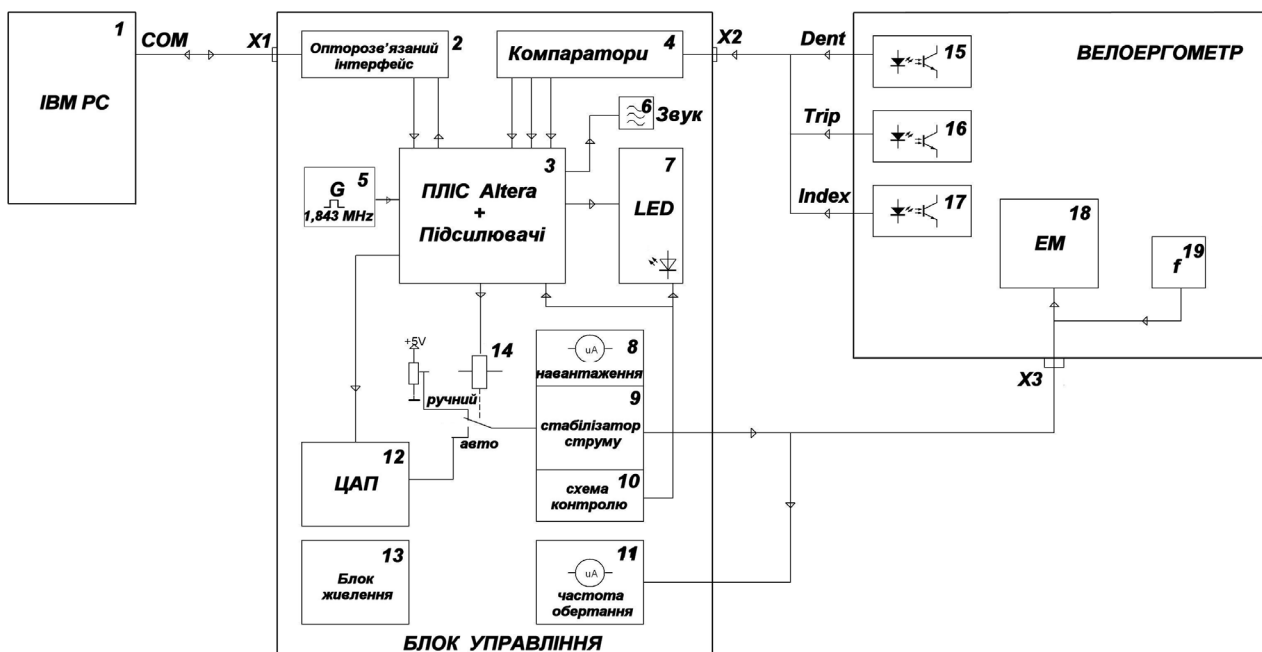


Рис. 1. Блок-схема ПАК. Пояснення — у тексті

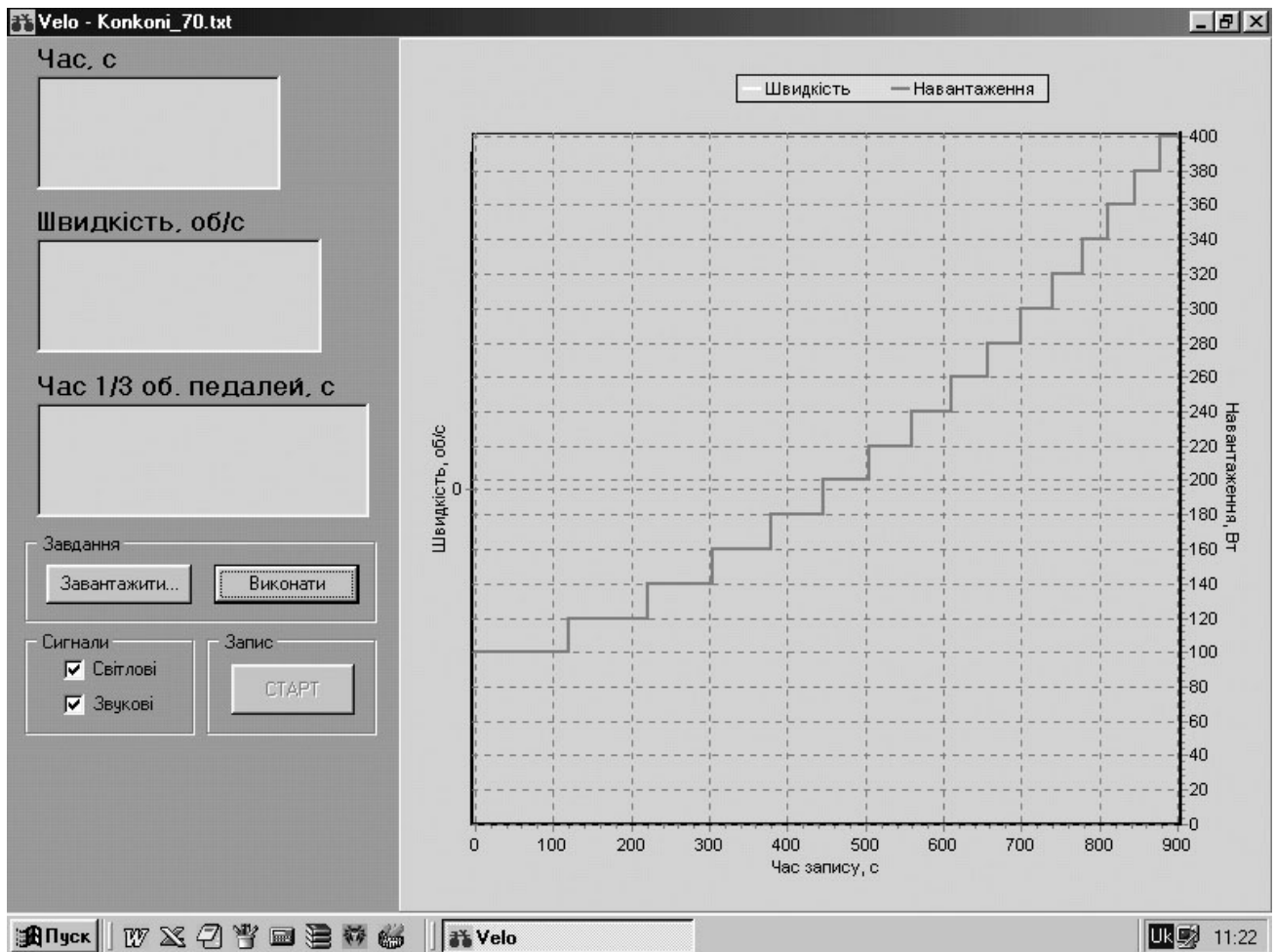


Рис. 2. Інтерфейс спеціалізованої програми Velo. Пояснення — у тексті

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз технічних характеристик велоергометра VE02 та ПАК

Характеристики	VE-02	ПАК
Діапазон регуляції потужності	0—400 Вт	0—400 Вт
Дискретність встановлення потужності	5—20 Вт	0,4 Вт
Ручна регуляція потужності	+	+
Автоматизована регуляція потужності	-	+
Автоматична реалізація стандартних тестів	-	+
Світлова та звукова індикація роботи	-	+
Автоматична діагностика	-	+
Ручний привід	+	+
Ножний привід	+	+
Комп'ютерна реєстрація показників роботи	-	+
Запис та індикація навантаження у режимі реального часу	-	+
Часова роздільна здатність реєстрації	-	138 мкс
Синхронізація із зовнішніми сигналами	-	Можлива
Автоматичний аналіз отриманих даних	-	+

ності зміни параметрів та режиму роботи електронної схеми велоергометра і відбувається незалежно від прийому даних комп'ютером. Команди передаються байтами. Переданий байт зберігається до нової передачі у відповідному вхідному регістрі ПЛІС. Дані, що поступають в комп'ютер, організовані в 16-ти бітову послідовність. У процесі роботи велоергометра стан датчиків періодично змінюється в залежності від швидкості обертання педалей. Інформація про зміну стану строго періодично надходить у комп'ютер, що дозволяє виміряти часові інтервали з роздільною здатністю 138,8 мкс. Дані, що поступають, безперервно записуються в проміжний робочий файл, який для обчислення швидкісних характеристик обробляється спеціалізованою програмою в реальному масштабі часу. Інтерфейс спеціалізованої програми «Velo» забезпечує безперервну індикацію тривалості виконання тесту, швидкості обертання педалей, часу 1/3 оберту педалей, графічне представлення зміни потужності навантаження та швидкості обертання педалей під час тесту (рис. 2). Окрім того, наявна можливість регуляції світлового та звукового супроводу роботи, збереження результатів тесту чи його повторного виконання.

Підсумкова таблиця порівняння технічних можливостей ПАК (табл. 1) та ВЕ02 вказує на суттєве підвищення точності та роздільної здатності приладу, розширення можливості реєстрації та автоматизації навантаження.

Аналіз даних таблиці 1 свідчить, що ПАК дозволяє повністю автоматично встановлювати величину опору обертанню педалей під час тестів різної тривалості та характеру, реєструвати та аналізувати часові характеристики роботи.

Висновки

1. Висока часова роздільна здатність ПАК забезпечує можливість аналізу короткотривалих анаеробних навантажень.

2. В разі застосуванні ПАК існують можливості:
 - автоматизації аналізу даних;
 - практичної реалізації максимальної часової роздільної здатності приладу для точного опису просторових та силових характеристик поодиноких рухів;
 - синхронізації навантажень з пристроями реєстрації ЧСС та інших функціональних показників організму.

Список літератури

1. Арселли Э., Ренато Канова Р. Тренировка в марафонском беге: научный подход. — М.: «Терра-Спорт», 2000. — 250 с.
2. Аулик И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте. 2-е изд., перераб и доп. — М.: Медицина, 1990. — 192 с.
3. Вовканич Л.С., Конестянін В.Г., Митроган Т.М., Коваль Н.А. Прогнозування спортивного результату бігунів на середні дистанції за показниками велоергометричних анаеробних тестів // Спортивна наука України. — 2007. — № 2 (11). — С. 2—7.
4. Волков Н.И. и др. Биохимия мышечной деятельности. — К.: Олимпийская л-ра, 2000. — 504 с.
5. Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса / под. ред. Дж.Д. Мак-Дугласа, Г.Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина. — К.: Олимпийская л-ра, 1998. — 432 с.
6. Meckol V., Allerborn H., Grodjinovsky A., Ben-Sira D., Rotsteis A. Physiological characteristics of female 100 metres sprinters of different performance levels // Journal of Sports Medicine and Physical Fitness. — 1995. — 35, № 3. — P. 163—175.
7. Tanaka K., Matsuura Y. Marathon performance, anaerobic threshold, and onset of blood lactate accumulation // Journal of Applied Physiology. — 1984. — V. 57, Issue 3. — P. 640—643.

Надійшла до редакції 29.05.2008

Вовканич Любомир, Власов Андрей, Савицкий Григорий, Лозинский Андрей. Перспективы использования программно-аппаратного комплекса для моделирования функционального состояния спортсмена. Приводится техническое описание и анализ возможностей программно-аппаратного комплекса (ПАК) на базе велоергометра ВЕ02. ПАК позволяет полностью автоматически задавать величину сопротивления вращению педалей во время тестов разной продолжительности и характера, регистрировать и анализировать временные характеристики работы. Высокая временная раздельная способность обеспечивает возможность анализа кратковременных анаэробных нагрузок.

Ключевые слова: велоергометр, программно-аппаратный комплекс, кратковременные тесты.

Vovkanych Lyubomyr, Vlasov Andriy, Savitsky Grigoriy, Lozinsky Andriy. The perspective of hardware-software complex for modelling of the functional condition of a sportsman

Technical description and analysis of possibilities of hardware-software complex (HSC) based on ВЕ02 veloergometer is given. HSC makes it possible to fully automatically set the value of resistance to the pedals rotation for tests of different duration and type, while simultaneously allowing for registration and analysis of time characteristics of the operation. Analysis of short-term anaerobic loads is possible due to high temporal resolution of the HSC.

Keywords: veloergometer, hardware-software complex, short-term tests.