УДК 796.015.572

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНО-АПАРАТНОГО КОМПЛЕКСУ НА БАЗІ ВЕЛОЕРГОМЕТРА ВЭ02 ПРИ ПРОВЕДЕННІ КОРОТКОЧАСНИХ АНАЕРОБНИХ ТЕСТІВ

Любомир ВОВКАНИЧ, Андрій ВЛАСОВ, Наталія КОВАЛЬ

Львівський державний університет фізичної культури
кафедра анатомії та фізіології ЛДУФК

Анотація Проаналізована перспектива використання програмно-апаратного комплексу на базі велоергометра ВЭ02 для реєстрації змін часових характеристик роботи спортсмена при виконанні ним короткочасних ергометричних анаеробних тестів.

Ключові слова: короткочасні ергометричні тести, велоергометр.

Постановка проблеми.

Дослідження реакцій організму на фізичні навантаження є основою контролю функціональної підготовленості спортсмена. Як правило, з цією метою використовуються такі загальноприйняті і доступні тести як вимірювання частоти серцевих скорочень, артеріального тиску, частоти та глибини дихання [2, 8], які не дозволяють виявити тонкі адаптаційні зміни метаболічних реакцій. У той же час на сьогодні показана висока значимість показників стану систем анаеробного енергозабезпечення для досягнення високих результатів не лише на спринтерських, а також на середніх та довгих дистанціях [1, 3, 9]. Це передбачає необхідність розробки та застосування різноманітних методів контролю за станом систем анаеробного енергозабезпечення як на етапі спортивного відбору, так і підготовки до відповідальних змагань.

Аналіз останніх досліджень та публікацій.

За даними ряду досліджень, стан показників систем анаеробного енергозабезпечення виступає вагомим прогностичним критерієм у цілому ряді видів спорту. Зокрема, [16] найбільшу алактатну анаеробну потужність демонструють бігуни на короткі дистанції, а гліколітичну анаеробну – велогонщики-трековики. Найбільша алактатна анаеробна ємність характерна для спринтерів, а лактатна – для бігунів на середні дистанції [4]. Показники анаеробного алактатного енергозабезпечення успішно використовуються для прогнозування спортивних результатів на спринтерських дистанціях. Зокрема, у роботі Мекель із співавт. [28] показано, що найбільш об'єктивний прогноз (r = 0,92) результату в бігу на 100 м дає поєднання показників анаеробного тесту Уінгейта і сили нижніх кінцівок. За даними інших авторів [3], регресійна модель, побудована на основі показників 30-секундного тесту, дозволяє перебачити результати бігу на дистанцію 200 м із точністю 3-7 %.

Окремі показники стану систем анаеробного енергозабезпечення мають значення для досягнення спортивного результату також на середніх та довгих дистанціях. На цих дистанціях накопичення молочної кислоти може визначати можливість продовження фізичної роботи [17, 26] і на перший план виходить показник порогу анаеробного обміну (ПАНО). При цьому ряд авторів вважає, що правильніше виділяти зону аеробно-анаеробного переходу – аеробний поріг ($ПАНО_1$) та анаеробний поріг ($ПАНО_2$) [2, 8, 15]. $ПАНО_2$ визначається за перевищенням концентрації лактату у крові рівня 4 ммоль/л. Зокрема, була виявлена тісна кореляція (r = 0,95) між $ПАНО_2$ і результантами бігу на дистанції 5 і 10 км [2]. Анаеробні показники, зокрема дані ПАНО, входять у комплексний контроль бігунів на середні дистанції [9], важливі вони і в інших видах спорту [5, 6]. Існує також тісна кореляція між середньою швидкістю на марафонській дистанції і анаеробним

© Вовканич Л., Власов А., Коваль Н., 2008

порогом [1, 27]. Саме тому на сьогодні питання визначення показників систем анаеробного енергозабезпечення є надзвичайно актуальним.

Одним із підходів до з'ясування потужності систем анаеробного забезпечення є визначення максимальної потужності фізичної роботи протягом інтервалів часу від кількох секунд до 1,5 хв. [16]. Серед ергометричних методів тестування анаеробних можливостей спортсменів слід назвати тест Маргарія, Квебекський 10-секундний тест, 30-секундний тест Уінгейта, та Квебекський 90-секундний тест [16]. Слід зазначити, що практично жоден із цих тестів не дає можливості охарактеризувати величину ПАНО. Показники ПАНО визначають як інвазивними, так і неінвазивними методами. Межі цих переходів характеризують у одиницях потужності роботи чи споживання кисню, що відповідають перегину кривої вмісту лактату у крові, початку нелінійного зростання легеневої вентиляції, досягнення дихальним коефіцієнтом значення 0,85 [2, 8, 10, 24]. Важливість показника ПАНО для визначення спортивного результату обумовили інтенсивні пошуки неінвазивного методу його визначення. Зокрема, були здійснені спроби визначення рівня вмісту молочної кислоти не у крові, а у шкірному екскреті [18, 13]. До поширених методів визначення анаеробного порогу [20, 11, 19, 21, 7, 14] належить його визначення за зміною характеру залежності між показниками кардіореспіраторної системи та частотою серцевих скорочень.

Таким чином, на сьогодні показана висока значимість показників систем анаеробного енергозабезпечення у якості прогностичного критерію не лише на спринтерських, а також на середніх та довгих дистанціях. Це передбачає необхідність розробки та застосування різноманітних методів контролю за станом систем анаеробного енергозабезпечення.

Метою даної роботи була розробка методик дослідження анаеробних можливостей спортсменів за допомогою велоергометра ВЭ02.

Завдання дослідження: розробити програмно-апаратний комплекс на базі велоергометра ВЭ02 із високою роздільною здатністю реєстрації часових характеристик обертання; проаналізувати можливості використання велоергометра ВЭ02 для проведення короткочасних ергометричних анаеробних тестів.

Методи дослідження. У процесі виконання поставлених завдань нами спільно з інститутом прикладних проблем механіки і математики імені Я.С. Підстригача НАН України була здійснена розробка програмно-апаратного комплексу (ПАК) на базі велоергометра ВЭ02. Для аналізу технічних можливостей ПАК застосовували 30-секундний тест Уінгейта, що виконувався за стандартною схемою [16].

Результати досліджень та їх обговорення.

Розроблений ПАК призначений для автоматизованого дозування навантаження та вимірювання часових (швидкісних) параметрів у процесі роботи на велоергометрі ВЭ02. Електронна схема пристрою може працювати в двох режимах – автономному та автоматичному. В автономному режимі зберігаються всі технічні характеристики оригінальної конструкції ВЭ02, навантаження задається вручну і контролюється разом зі швидкістю обертання педалей за допомогою штатних приладів велоергометра. В автоматичному режимі всі операції керування і контролю здійснюються ПАК з допомогою спеціалізованої програми. Основу електронної схеми складає програмована логічна інтегральна схема Altera 3. В процесі роботи велоергометра інформація строго періодично надходить у комп'ютер, що дозволяє виміряти характерні часові інтервали з роздільною здатністю 138.(8) мкс. Дані записуються в проміжний робочий файл, який в реальному масштабі часу обробляється програмою для обчислення швидкісних характеристик. Порівняльна характеристика велоергометра ВЭ02 та ПАК наведена у таблиці 1.

Отримані за допомогою ПАК дані дозволяють реєструвати зміни часових характеристик роботи спортсмена при виконанні ним короткочасних ергометричних анаеробних тестів. Файл даних формується у вигляді таблиці, що дозволяє здійснювати аналіз у Excel з визначенням потужності роботи та часової динаміки її зміни протягом виконання навантаження.

Таблиця 1.

Порівняльний аналіз технічних характеристик велоергометра ВЕ-02 та ПАК

Характеристики	ВЕ-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	-	+

Під час тестових випробувань ПАК був виконаний аналіз основних показників 30-секундного тесту Уінгейта. Встановлено, що на основі отриманих даних можна описати не лише загальний часовий тренд зміни потужності під час виконання 30-секундного тесту Уінгейта (рис. 1а), проаналізувати характер та частоту відхилення потужності роботи протягом тесту від загального тренду (рис. 1б), але й визначити детальні характеристики роботи у 5-секундних інтервалах часу (рис. 2).

Часова динаміка зміни потужності обертання педалей, наведена на рис. 1а, побудована на основі 84 точок реєстрації часових інтервалів 1/3 оберту педалей. Квадрат величини відхилення від середнього часового тренду наведений на рис. 1б. Отримані дані свідчать про зростання цього показника після 15-ї секунди виконання тесту, що може бути одним із проявів втоми. Очевидно, що підтвердженням цього є виражені зміни показника квадрату відхилення від середнього показника, розраховані протягом 5-секундних інтервалів виконання тесту (рис. 2). При аналізі отриманих даних стає очевидним, що зміни величини мінімальної потужності роботи обернені до зміни величини відхилення та дозволяють охарактеризувати процеси впрацьовування та втоми під час 30-секундного тесту.

Таким чином, отримані за допомогою програмно-апаратного комплексу дані дозволяють детально проаналізувати часову динаміку потужності роботи спортсменів навіть у випадку ергометричних тестів невеликої тривалості.

Висновок

Створення ПАК дозволило не лише практично повністю автоматизувати процес визначення потужності і тривалості роботи, виконувати з допомогою даного приладу аналіз короткотривалих анаеробних навантажень, а також у перспективі забезпечить практично повну автоматизацію процесу аналізу даних та синхронізацію режиму навантаження з реєстрацією фізіологічних показників організму.

Перспективи подальших досліджень.

Перспективними напрямками вдосконалення ПАК є практична реалізація максимальної часової роздільної здатності приладу для точного опису просторових та силових характеристик поодиноких рухів, синхронізація навантажень з пристроями реєстрації ЧСС та інших функціональних показників організму.

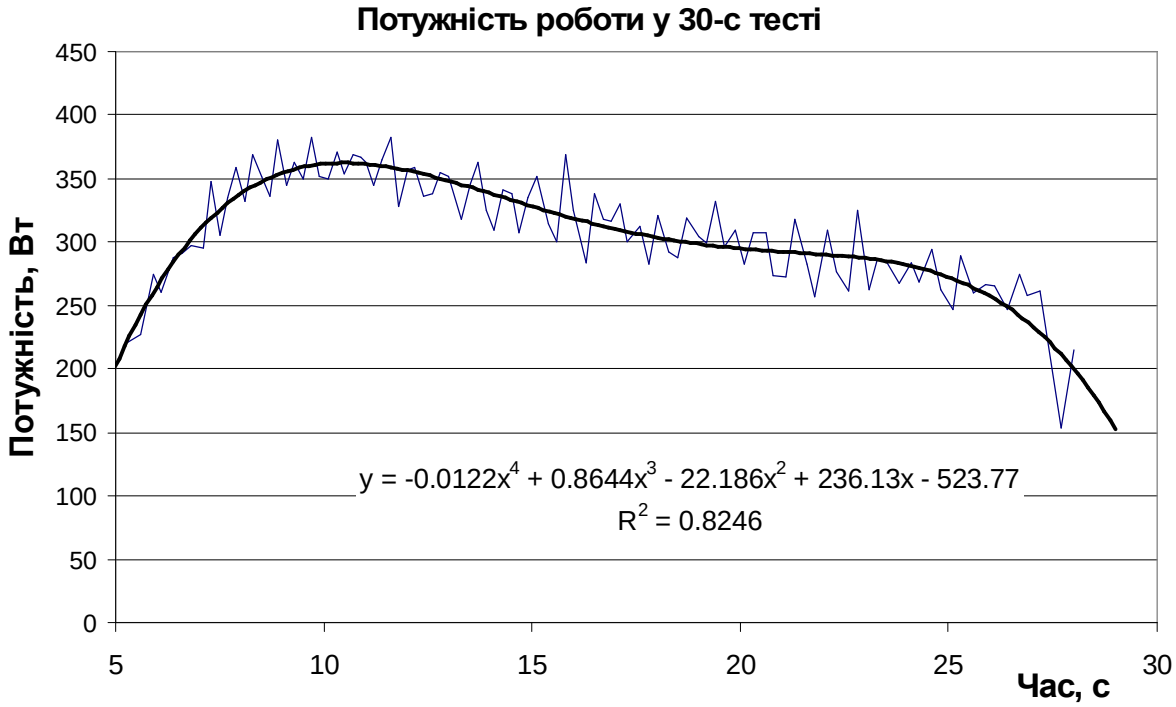


Рис. 1а. **Часова динаміка зміни потужності роботи спортсмена під час виконання 30-с тесту Уінгейта.**

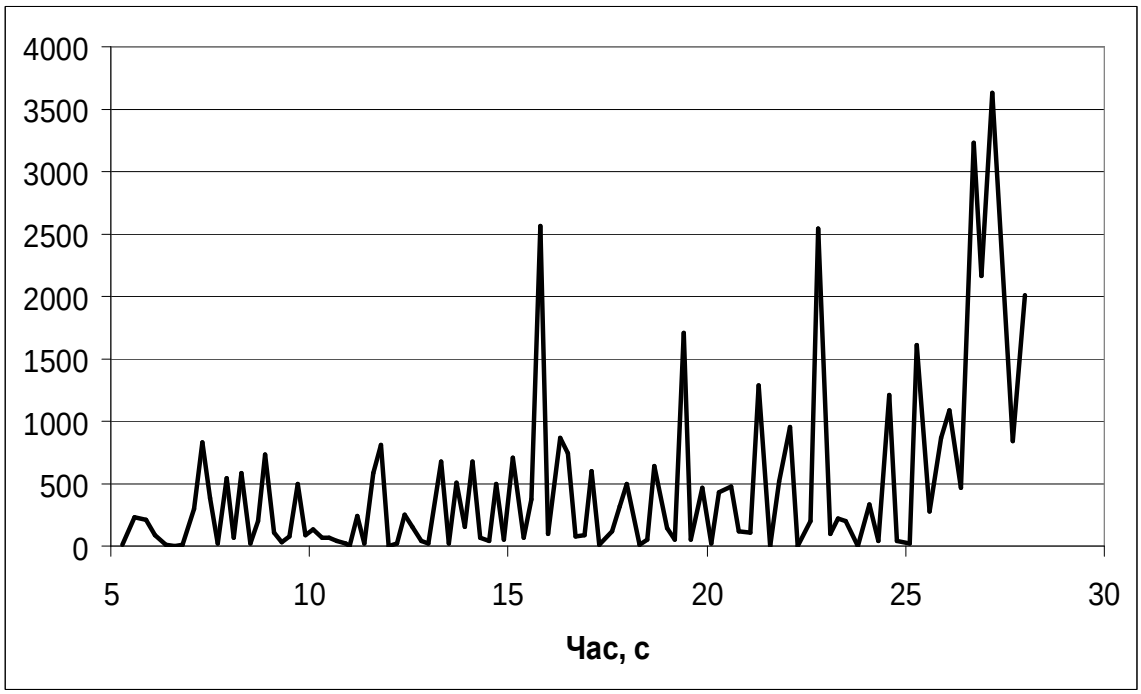


Рис. 1б. **Квадрат відхилення потужності обертання від середньої величини.**

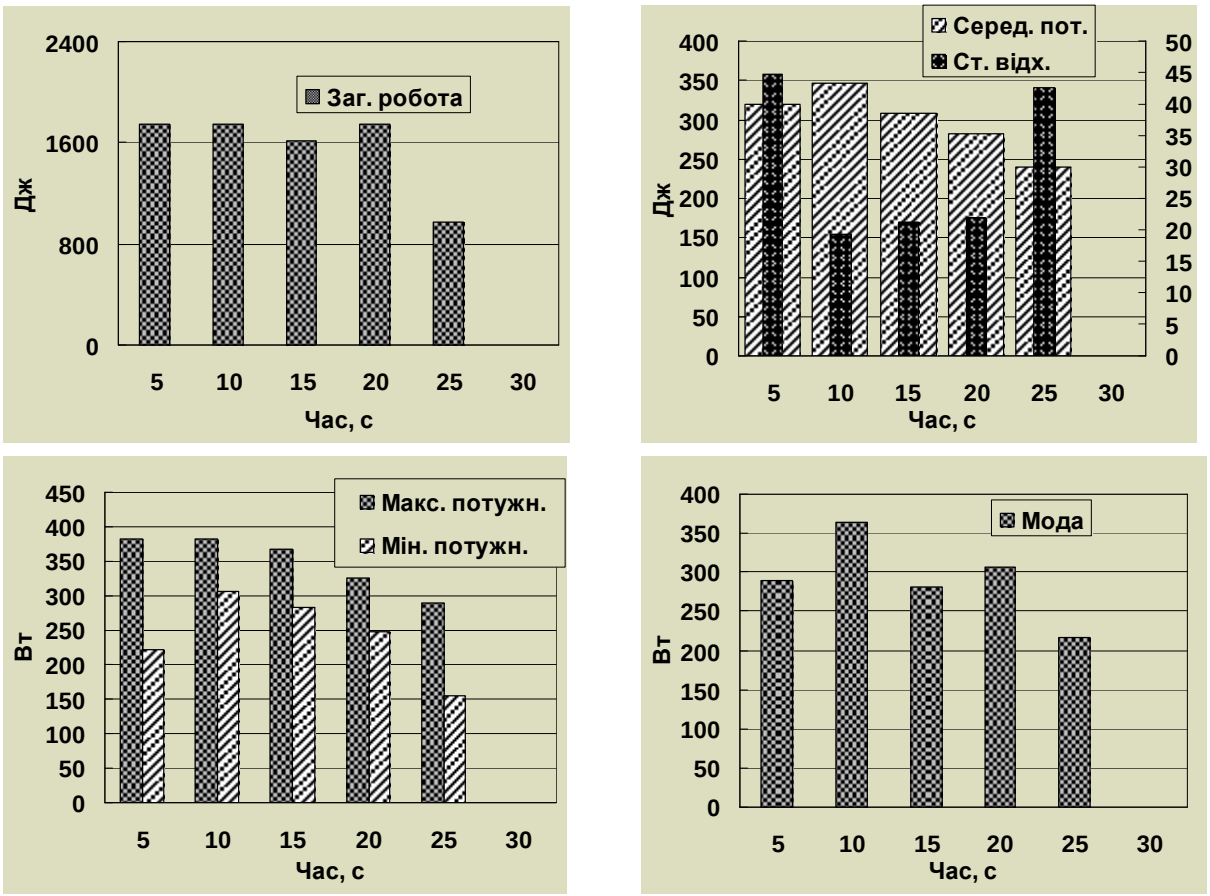


Рис. 2 **Зміни показників роботи протягом 5-секундних інтервалів часу під час 30-с тесту.**

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., Конестяпін 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 литература, 2000. – 504 с.

5. *Дьяченко А.* Оценка реализации анаэробного резерва организма в условиях нагрузки, моделирующей утомление спортсмена на второй половине дистанции в академической гребле // Физическое воспитание студентов творческих специальностей. – Харьков. – ХГАДИ (ХХПИ). – 2002. – № 4. – С. 27-35.

6. *Дьяченко А.Ю.* Оценка влияния специфического утомления на анаэробный резерв организма по показателю аккумулированного кислородного дефицита. // Зб. наук. пр. – Харків: Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми виховання і спорту. – 2002. – № 11. – С. 56-63.

7. *Зорин А.И.* Определение анаэробного порога с помощью комплекса респираторных показателей. Вопросы физического воспитания студентов. – СПб.: Университет, 1992. – Т. 33.С. 109-111.

8. *Карпман В.Л.* и др. Тестирование в спортивной медицине / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гкдков. – М.: Физкультура и спорт, 1988. – 208 с.

9. *Максимов А.С.* Система комплексного контроля бегунов на средние дистанции ВЛГИФКа // Тренер. – № 5.

10. *Мякинченко Е.Б., Бикбаев И.З. Селуянов В.Н., Козьмин Р.К.* Метод определения порога анаэробного обмена по легочной вентиляции при беге // Теория и практика физической культуры. – 1984. – № 9. – С. 21-22.

11. *Попцов В.* Некоторые аспекты спортивной физиологии применительно к видам спорта на выносливость // Лыжные гонки – 1998. – № 1 (7). – С. 16-25.

12. *Савин Г.А., Ушакова Е.В., Перфильева О.Н.* Уровень лактата в кожном экскрете как показатель физической тренированности спортсменов // Теория и практика физической культуры. – № 1. – 2000. – С. 18-19.

13. *Селуянов В.Н., Мякинченко Е.Б., Холодняк Д.Б., Обухов С.М.* Физиологические механизмы и методы определения аэробного и анаэробного порогов // Теория и практика физической культуры. – 1991. – № 10. – С. 10-18.

14. *Смирнов М.Р.* Еще раз к вопросу о пороговой концентрации // Теория и практика физической культуры. – № 2. – 2001. – С. 52-67.

15. Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса / под. ред. Дж.Д. Мак-Дугласа, Г.Э. Уэнгера, Г.Дж. Грина. – К.: Олимпийская литература, 1998. – 432 с.

16. *Фомин Н.А., Куликов Л.М., Рыбаков В.В.* Изменение содержания метаболитов межуточного обмена в периферической крови у высококвалифицированных спортсменов при соревновательных нагрузках // Теория и практика физической. культуры. – 2001. – № 6. – С. 25-26.

17. *Храмов В.А.* Определение в одной пробе лактата и ряда азотистых шлаков экскертируемых кожей человека. // Теория и практика физической культуры. 1996. – № 9. – С. 14-15.

18. ***Brooks G.A.*** Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. // Med. Sci. Sports and Exers. – 1985, V. 17. – P. 22-31.

19. ***Conconi F., Ferrari M., Ziglio P.G., Droghetti P., Codeca L.:*** Determination of the anaerobic threshold by a non invasive field test in runners // Journal of Applied Physiology. – 1982. – 52. – P. 869-873.

20. ***Davis H.A.*** Anaerobic threshold: review of the concept and directions for future research. // Med. Sci. Sports and Exers. – 1985. – V. 17 – P. 6-18.

21. ***Koike A., Weiler-Ravell D., McKenzie D.K., Zanconato S., Wasserman K.*** Evidence that the metabolic acidosis threshold is the anaerobic threshold // Journal of Applied Physiology. – 1990. – Vol 68, Issue 6. – P. 2521-2526

22. ***Simoes H.G., Campbell C.S. & Kokubun E.*** High and low lactic acidosis training: Effects upon aerobic and anaerobic performance // Medicine and Science in Sports and Exercise. – 1998. – 30(5), Supplement abstract 932.

23. ***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.

24. ***Meckol V., Allerbom 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, N 3. – P. 163-175.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ ВЕЛОЭРГОМЕТРА ВЭ02 ПРИ ПРОВЕДЕНИИ КРАТКОВРЕМЕННЫХ АНАЭРОБНЫХ ТЕСТОВ

Любомир ВОВКАНЫЧ, Андрей ВЛАСОВ, Наталья КОВАЛЬ

Львовский государственный университет физической культуры

Аннотация. Проанализирована перспектива использования программно-аппаратного комплекса на базе велоэргометра ВЭ02 для регистрации изменений часовых характеристик работы спортсмена при выполнении им кратковременных эргометрических анаэробных тестов.

Ключевые слова: кратковременные эргометрические тесты, велоэргометр.

PERSPECTIVES OF PROGRAM-APPARAT COMPLEX, ELABORATED ON THE BASIS OF VELOERGOMETER ВЭ02, USED DURING SHORT ANAEROBIC TESTS

Lyubomyr VOVKANYCH, Andrey VLASOV, Natalia KOVAL'

Lviv state university of physical culture

Abstract. The perspectives of program-apparat complex, elaborated on the basis of ВЭ02 veloergometer, used in the registration of the temporal changes of work capacity of sportsman during the short ergometric tests performance has been analyzed.

Key words: short ergometric tests, veloergometer.