

Anatol SKRYPKO<sup>\*</sup>, Łukasz LAMCHA<sup>\*\*</sup>,  
Eleonora SIKORA<sup>\*\*\*</sup>, Denis SKRYPKO<sup>\*\*\*\*</sup>

## Sterowanie procesem szkoleniowym na podstawie metrologii sportowej

### Streszczenie

Coraz bardziej powszechne staje się wykorzystywanie osiągnięć nauki i techniki w celu rozwoju sportu wyczynowego. Takie podejście ma na celu ujednoczenie procedur pomiarowych i stworzenie możliwości ich rozwijania. Zastosowanie metrologii w przygotowaniu olimpijczyków jest bardzo ważnym aspektem procesu szkolenia długoterminowego. Dokładność pomiaru w nowoczesnym sporcie ma znaczący wpływ na ocenę osiągnięć i postępu. Jednym z problemów powstałych pomiędzy praktyką a nauką jest przekazywanie wiedzy i adaptacja innowacyjnych technologii do praktyki sportowej. Badania wskazują na możliwość korzystania z doświadczeń zagranicznych autorów we wprowadzaniu do szkolenia metrologii sportowej, zarówno do sportów zespołowych, jak i indywidualnych.

**Słowa kluczowe:** metrologia, sport, szkolenie, trening, sterowanie.

### Wstęp

W procesie szkolenia zawodników na wysokim poziomie w sportach indywidualnych i zespołowych konieczne jest stosowanie nowych technologii kontroli i sterowania cyklem treningowym między igrzyskami olimpijskimi. Obecnie sterowanie procesem treningowym wyczynowych sportowców może być efektywne jedynie przy wykorzystaniu metrologicznych podstaw kompleksowej

---

\* prof. dr hab., Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu, Zamiejscowy Wydział Kultury Fizycznej w Gorzowie Wlkp.; e-mail: [anskrypko@wp.pl](mailto:anskrypko@wp.pl)

\*\* dr, Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu, Zamiejscowy Wydział Kultury Fizycznej w Gorzowie Wlkp.; e-mail: [lukasz-lamcha@wp.pl](mailto:lukasz-lamcha@wp.pl)

\*\*\* dr, Akademia Wychowania Fizycznego w Poznaniu, Zamiejscowy Wydział Kultury Fizycznej w Gorzowie Wlkp.; e-mail: [eleonorasikora@gmail.com](mailto:eleonorasikora@gmail.com)

\*\*\*\* mgr, Białoruski Państwowy Uniwersytet w Mińsku; e-mail: [dskrip4@mail.ru](mailto:dskrip4@mail.ru)

kontroli. Metrologia sportowa jest nauką o pomiarach w wychowaniu fizycznym i sporcie, która umożliwia kompleksową kontrolę treningu. Metrologia sportowa jest nauką stosunkowo młodą. Zaczęła się rozwijać z początkiem lat 70. w byłym ZSRR, USA i Niemczech.

Przedmiotem metrologii sportowej jest całościowa kontrola i wykorzystanie jej wyników w planowaniu i sterowaniu przygotowaniem sportowców. Istnieją trzy rodzaje kompleksowej kontroli: etapowy, mikrocykli i operatywny. Metrologia sportowa jako dyscyplina dydaktyczna uprawiana jest przez specjalistów uczelni wychowania fizycznego i sportu w różnych krajach (Rosja, Ukraina, Białoruś, Łotwa i inne republiki byłego ZSRR, a także Niemcy, Republika Czeska i Stany Zjednoczone) już od dziesiątków lat. Tematykę tę bardzo szeroko opracowali naukowcy tacy, jak: М. Годик [5], В. Зациорский [33], В. Иванов [8], [9], Ю. Смирнов, М. Полевщиков [28], И. Ратов [20], Г. Попов [19]. W Polsce do tej pory doczekaliśmy się monografii dotyczącej stosowania metrologii sportowej autorstwa W. Ljacha i Z. Witkowskiego, wydanej w 2011 roku [15]. Wcześniej ta problematyka poruszana była w Polsce jedynie epizodycznie, nadal nie jest w pełnej mierze usystematyzowana, co odbija się negatywnie na jakości szkolenia przyszłych fachowców wychowania fizycznego i sportu. W niektórych Akademiach Wychowania Fizycznego metrologia sportu jest włączana w tematykę innych dyscyplin, takich jak biomechanika. Jako pozytywny fakt można przytoczyć to, że w Akademii Wychowania Fizycznego we Wrocławiu jest realizowany przedmiot „Metrologia i diagnostyka motoryczności”.

Najważniejszym zadaniem metrologii sportowej jest zabezpieczenie jednolitości (pokazanie wyników w odpowiednich jednostkach) i niezbędnej dokładności, tj. istotności i unifikacji wyniku. Do zadań metrologii sportowej zalicza się opracowanie metod i kryteriów oceny osiągnięć sportowych i testowanie ich pod względem dokładności, rzetelności, wiarygodności i autentyczności. Ważne jest również opracowanie odpowiednich algorytmów pomiarów, kompleksowej oceny kontroli i diagnostyki w systemie sterowania procesem treningowym i stosowanie konkretnych, technicznych środków pomiaru, które realizują te algorytmy [27]. Metrologia sportowa syntezuje informacje z takich dziedzin naukowych, jak: statystyka matematyczna, metrologia techniczna, kwalimetria (dział metrologii zajmujący się opracowywaniem sposobów liczbowej oceny jakości pomiarów).

Zauważa się tendencję do pomiaru zdolności motorycznych w nieodpowiednich jednostkach, tj.: siły w metrach, reakcji w centymetrach oraz częstotliwości w sekundach. Takie podejście do oceny przygotowania sportowców wyczynowych nie daje możliwości rzetelnego selekcionowania, prognozowania i porównania wyników. Z punktu widzenia uzyskania prawidłowych wyników, wykorzystuje się środki i metody pomiaru wielkości nieelektrycznych metodą elektryczną na podstawie czujników (tenzometrycznych, piezoelektrycznych, podometrycznych, optoelektrycznych, mechanoelektrycznych, dynamograficzny

i systemów komputerowych) i sterowania procesem na podstawie sprzężenia zwrotnego [17], [30]. W opracowaniu i wdrożeniu metrologii sortowej w Polsce, można wykorzystać doświadczenia naukowo-dydaktyczne zagranicznych badaczy (zob. В. Бальсевич [2], В. Иванов [8], М. Годик [5], И. Ратов [20], Ю. Смирнов, М. Полевщиков [28], Ю. Железняк, П. Петров [34], А. Скрыпко [4], [24], [25], [26], Р. Рудаков, Ю. Калашников, Н. Коротаев, Ю. Няшин [23], И. Ратов, Г. Попов, А. Логинов, Б. Шмонин [21], В. Губа, В. Пресняков [6], В. Губа, В. Маринич [7], Д. Корзун [11], С. Anzeneder [1], Н. Bube i in. [3], К. Mekota, Р. Blahus [16], J. Starkers i in. [29], К. Nitsche i in. [18]).

Można także wykorzystać doświadczenie w dziedzinie metrologii polskich uczelni technicznych, tj.: AGH w Krakowie (Katedra Metrologii i Elektroniki), Politechniki Wrocławskiej, Politechniki Lubelskiej (Katedra Automatyki i Metrologii), Politechniki Rzeszowskiej (Zakład Metrologii i Systemów Diagnostycznych) oraz Politechniki Łódzkiej.

## Cele pracy

1. Analiza rozwoju metrologii sportowej w przygotowaniu olimpijczyków.
2. Wypracowanie propozycji w doskonaleniu procesu szkoleniowego olimpijczyków na podstawie analizy naukowo-metodycznej literatury i doświadczeń własnych.
3. Propozycja wdrożenia metrologii sportowej w proces kształcenia specjalistów wychowania fizycznego i sportu.

## Metoda badań

W pracy zastosowano metodę analizy i krytyki piśmiennictwa, która polegała na wykazaniu celowości oraz oryginalności wyłonionego i podjętego w badaniach problemu. Autorzy wykazali, co jest znane, a co nie jest znane, co już istnieje i jest zawarte w literaturze, a czego jeszcze nie ma i należy badaniami udowodnić. Metoda ta umożliwiła wyeksponowanie podjętego problemu na tle dotychczasowego stanu wiedzy na ten temat. Ponadto ukazano, jakie są różnice, podobieństwa, związki, zależności w istniejących źródłach.

## Analiza wybranego zagadnienia

Przygotowanie sportowca na poziomie wysokokwalifikowanym wymaga stosowania w systemie kontroli nowoczesnych narzędzi informatycznych [10],

[12]. Wzrastające znaczenie metrologii w kompleksowej ocenie poziomu przygotowania sportowców, jak twierdzi B. Иванов [9], uwarunkowane jest następującymi czynnikami:

1. coraz większą złożonością współczesnego systemu przygotowania sportowców;
2. przeobrażeniem tego systemu w zjawisko, którym można kierować na podstawie systemowego i zorientowanego na konkretny cel programowania;
3. znaczącym zwiększeniem liczby mierzonych parametrów w diagnostyce i kontroli;
4. koniecznością zapewnienia metrologicznych wymagań dokładności, wiarygodności, obiektywności i rzetelności.

W ostatnich czasach ogólne tendencje rozwoju nauk o sporcie uwarunkowane były wykorzystaniem osiągnięć postępu naukowo-technologicznego (komputeryzacji i nowoczesnych urządzeń pomiarowych), co pozwala unifikować procedury pomiarowe i stwarza obiektywne przesłanki dla opracowania nowoczesnej metrologii sportowej. Do zadań metrologii sportowej można zaliczyć metody i kryteria oceny osiągnięć sportowych oraz różnego rodzaju poziomu zdolności motorycznych i techniki ruchów z punktu widzenia dokładności, wiarygodności i rzetelności oraz autentyczności. Głównym zadaniem metrologii jest zabezpieczenie wyników testowania w odpowiednich jednostkach i zachowanie niezbędnej dokładności.

Metrologia sportowa łączy w sobie takie kierunki, jak: pomiar w wychowaniu fizycznym, testowanie, pomiar i kontrola sportowców, kontrola pedagogiczna w procesie treningowym, biometria, biofizyczne pomiary w sporcie, kwalimetria sportowa. Wszystkie wymienione bazują na specjalistycznych urządzeniach do dokładnego, rzetelnego pomiaru i testowania. W taki sposób metrologia sportowa nie inkorporuje powyższych kierunków, ale wzajemnie się z nimi uzupełnia. Syntezuje ich wyniki w celu diagnostyki i sterowania procesem treningowym.

Testy zdolności motorycznych olimpijczyków powinny bazować na rzetelności, co oznacza, że wyniki przy retestach – wykonywanym w tych samych warunkach – powinny być takie same dla tej samej grupy ludzi. Podobieństwa mogą być zachwiane poprzez zmienne warunki atmosferyczne. Powinna być zachowana stabilność (rodzaj rzetelności, który objawia się w stopniu podobieństwa wyników) testowania i zgodność, niezależność wyników poszczególnych prób od osoby, która prowadzi testowanie.

Często nieodpowiednie jest mierzenie siły uderzenia nogą piłki przez piłkarzy nożnych w metrach (z uwzględnieniem odległości) [32]. Ten pomiar można jedynie wykorzystać w ocenie zdolności zawodnika i jego przygotowania technicznego, a nie siłowego. Na odległość, którą przebywa uderzona piłka, wpływają: siła czołowego oporu powietrza (czynniki aerodynamiczne), siła nośna, ciężar i rozmiar piłki, siła grawitacji, trajektoria lotu, oraz rodzaj uderzenia piłki. Prawidłowy pomiar powinien polegać na badaniu siły statycznej lub dynamicz-

nej w ruchu modelującym uderzenie piłki. Powinno się to odbywać w jednakowych i powtarzalnych warunkach dla wszystkich badanych.

### **Sterowanie procesem treningowym w biegach sprinterskich**

W biegach sprinterskich ważne jest formowanie ich rytmiczno-szybkościowej struktury. W tym celu mogą być wykorzystane metody oparte na dokładnych liczbowo parametrach. Zadaniem jest wydłużenie i rytmizacja kroku biegowego w biegach przez płotki na 400 m i zmniejszenie liczby kroków między pokonywanymi płotkami. W realizacji rytmiczno-szybkościowego przygotowania olimpijczyków może mieć zastosowanie stymulacja wibracyjna o odpowiedniej częstotliwości (do 40 Hz) i amplitudzie (2–4 mm), połączona z innymi metodami treningowymi i trenażerami [14], [25].

W procesie szkolenia zawodników na wysokim poziomie konieczne jest stosowanie nowych technologii i wprowadzanie nowoczesnego sprzętu treningowego jako alternatywy dla dopingu. Jest to istotne, gdyż organizm sportowca adaptuje się do cyklicznie powtarzanych ćwiczeń rozwijających zdolności ruchowe bądź technikę wykonywania określonego ruchu. Z punktu widzenia biomechaniki udoskonalenie techniki ruchu w różnych elementach biegu może być efektywne wówczas, kiedy wykonywane ruchy będą zbliżone do specyfiki dyscypliny i odzwierciedlać będą strukturę ćwiczonego ruchu. Na podstawie wielu badań stwierdzono, iż jest to możliwe m.in. przy zastosowaniu trenażerów i innych urządzeń treningowych w procesie wieloletniego kształtowania sportowca.

W doborze środków technicznych istotnym czynnikiem jest stosowanie trenażerów w celu kształtowania techniki i rytmu ruchu. Takie urządzenia mogą być stosowane praktycznie na wszystkich etapach szkolenia sportowego – od dzieci po sportowców wysoko kwalifikowanych. Mogą one być użyteczne do nauczania techniki ruchu oraz rozwijania zdolności kondycyjnych niezależnie od prezentowanego poziomu sportowego. Istotne znaczenie posiada wykonywanie ćwiczeń w celu usunięcia zbędnego i nadmiernego napięcia mięśni, które nie biorą udziału w sposób bezpośredni w wykonywaniu ruchu, oraz stworzenie sztucznych warunków do synchronizacji pracy mięśni i polepszenia koordynacji nerwowo-mięśniowej.

Proponowane metody mogą mieć wpływ na podnoszenie poziomu sportowego oraz przygotowanie sportowców do igrzysk olimpijskich. Metody te mogą być wykorzystywane wraz z innymi środkami treningowymi oraz trenażerami dla przygotowanie koordynacyjnego i kondycyjnego, np.: bieżnia elektromechaniczna, różnego rodzaju trenażery siłowe spotykane w tradycyjnych siłowniach. Testowanie różnych grup mięśniowych na podstawie polidynamometrii da topograficzny obraz siły poszczególnych grup mięśniowych. Na podstawie stworzonego obrazu będzie można zaobserwować, które mięśnie są słabsze, i poddać je odpowiedniemu treningowi, by zwiększyć ich zdolności fizyczne.

Bariera szybkościowa może być pokonana na bieżni elektromechanicznej z zabezpieczeniem, na której można dostosować prędkość do możliwości granicznych sportowca lub nawet je przekroczyć. W tabeli 1 przedstawiono, jak można sterować rytmiczno-szybkościowym przygotowaniem sportowców w biegach sprinterskich. Podano czasy pokonywania odcinka 100 m przy różnej długości i liczbie kroków. Tabela może być wykorzystana przez trenerów różnych dyscyplin sportowych.

**Tabela 1.** Częstotliwość kroków [Hz] w biegu na dystansie 100 m w zależności od ich długości [cm] [24]

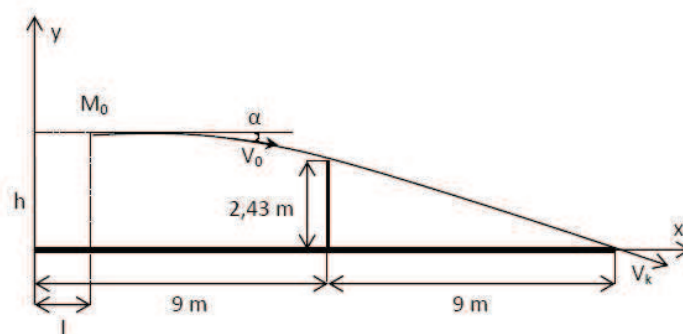
Średnia		Czas biegu na dystansie 100 m [s]												
Długość kroków	Liczba kroków	14,0	13,5	13,0	12,5	12,0	11,5	11,0	10,8	10,6	10,4	10,2	10,0	9,8
180	55,5	3,96	4,11	4,26	4,44	4,62	4,82	5,04	5,13	5,28	5,33	5,44	5,55	5,66
185	54,0	3,85	4,00	4,15	4,32	4,50	4,69	4,90	5,00	5,09	5,19	5,29	5,40	5,51
190	52,6	3,75	3,89	4,05	4,20	4,38	4,57	4,78	4,87	4,96	5,05	5,15	5,26	5,36
195	51,2	3,65	3,79	3,93	4,10	4,26	4,45	4,65	4,74	4,83	4,92	5,01	5,12	5,22
200	50,0	3,57	3,70	3,84	4,00	4,16	4,34	4,54	4,62	4,71	4,80	4,90	5,00	5,10
205	48,7	3,48	3,61	3,74	3,90	4,05	4,23	4,42	4,51	4,59	4,68	4,77	4,87	4,97
210	47,6	3,40	3,52	3,66	3,81	3,97	4,14	4,33	4,41	4,50	4,58	4,67	4,76	4,86
215	46,5	3,32	3,44	3,58	3,72	3,87	4,04	4,23	4,30	4,39	4,47	4,56	4,65	4,74
220	45,4	3,24	3,36	3,50	3,63	3,78	3,95	4,13	4,20	4,23	4,36	4,45	4,54	4,63
225	44,4	3,17	3,29	3,41	3,55	3,70	3,86	4,03	4,11	4,19	4,27	4,35	4,44	4,53
230	43,4	3,10	3,21	3,34	3,47	3,62	3,77	3,94	4,02	4,09	4,17	4,25	4,34	4,43
235	42,5	3,03	3,15	3,27	3,40	3,54	3,69	3,86	3,93	4,01	4,07	4,16	4,25	4,34
240	41,6	2,97	3,08	3,20	3,33	3,47	3,62	3,78	3,85	3,92	4,00	4,08	4,16	4,24

### Sterowanie procesem treningowym i kontrola gry w piłce siatkowej

Trenerzy gier zespołowych, którzy chcą doprowadzić swoje drużyny do poziomu mistrzowskiego i na tym szczeblu osiągać zwycięstwa, muszą dostosowywać sterowanie i kontrolę gry do zmieniających się przepisów. Sportem, który najszybciej w ostatnim czasie rozwija się pod względem techniczno-taktycznym, jest siatkówka [22]. Każdego roku wprowadzane są kolejne innowacje i zmiany przepisów oraz technologii w celu poprawienia atrakcyjności tej niezwykle ciekawej gry. Ze względu na indywidualizację działań obronnych wprowadzono pozycję libero, na której grają zawodnicy wyspecjalizowani głównie w działaniach defensywnych. Analiza gry, dokonywana przez trenerów za pomocą rysunków i kodów na papierowych kartkach, przekształciła się w analizę komputerową rozkładającą grę na czynniki pierwsze. Takie programy, jak Data Volley i Q-Volley, dają możliwość kontroli gry i sterowania nią w cza-

sie rzeczywistym. Programy te zostały stworzone z myślą zarówno o teoretykach, jak i praktykach tej trudnej technicznie gry zespołowej. Mogą one stanowić źródło wiedzy dla trenerów prowadzących i przygotowujących drużyny do igrzysk olimpijskich. Reprezentacje prześcigają się, zatrudniając statystyków obsługujących skomplikowane, bardzo drogie programy, jak Data Volley. Alternatywą są programy tańsze i łatwiejsze w kontroli meczowej i treningowej [13]. Program do analizy działań technicznych, proponowany przez Lamchę i Starostę, został skonstruowany tak, by mógł być obsługiwany intuicyjnie. Właśnie w tym tkwi przewaga tego projektu nad już istniejącymi. Program może być również pomocny przy prowadzeniu badań naukowych i treningu. Zmiany przepisów, jakie nastąpiły w siatkówce, spowodowały znaczne zwiększenie dynamizmu gry. Rzetelność badań naukowych jest priorytetowa i wymaga od osób prowadzących je skrupulatności i szczególności w dociekaniu prawdy. Ludzkie oko nie jest w stanie „wyłapać” wszystkich akcji podczas rywalizacji sportowej, dlatego należy korzystać z innowacyjnych programów do analizy gry.

Duże znaczenie w przygotowaniu olimpijczyków ma realizacja siłowej zagrywki w wysoku, wykonywanej przy dużej początkowej prędkości. Ten rodzaj zagrywki może być tak samo efektywny, jak atak piłki [31]. Jednak im większa prędkość zagrywki, tym większe prawdopodobieństwo trafienia w siatkę lub poza pole gry. Na podstawie matematycznej metody linii stycznych proponowana jest odpowiednia wysokość i kąt uderzenia piłki [23]. Autorzy na podstawie równań różniczkowych opracowali model prawidłowej struktury uderzenia, tj.: wysokości i siły zagrywki, toru lotu piłki, oraz uwzględnili takie czynniki, jak: wysokość siatki, ciężar piłki (270 g) i średnica piłki (21 cm) oraz długość boiska (18 m) (ryc. 1).



- $M_0$  – miejsce uderzenia piłki,
- $h$  – wysokość na jakiej została uderzona piłka,
- $V_0$  – prędkość początkowa,
- $l$  – odległość między linią końcową, a miejscem uderzenia piłki,
- $\alpha$  – kąt opadania piłki,
- $V_k$  – prędkość końcowa.

Ryc. 1. Model prawidłowej struktury uderzenia piłki w wysoku przy wykonaniu zagrywki [23].

Na skuteczność gry drużyny siatkarskiej duży wpływ ma także wysokość wyskoku, w szczególności obunóż. Proponowane wyniki dla wyczynowych sportowców zostały określone następująco: dla mężczyzn wynik bardzo dobry to powyżej 90 cm, a dla kobiet powyżej 65 cm, przy wyskoku z miejsca. Na podstawie badań własnych A. Skrypko, J. Nowik (2005–2011) siła statyczna kończyny górnej w pozycji odzwierciedlającej atak i zagrywkę została ustalona na  $70\pm 7$ kg, a w tył  $68\pm 4$  kg.

## Podsumowanie

Stosowanie metrologii w przygotowaniu olimpijczyków jest bardzo ważnym aspektem wieloletniego procesu treningowego. Dokładność pomiaru w nowoczesnym sporcie ma znaczący wpływ na ocenę osiągnięć i postępów. Jednym z problemów, powstających na styku praktyki i nauki, jest transfer wiedzy, a zwłaszcza innowacyjnych technologii, do praktyki sportowej. Wcześniej ta problematyka występowała w Polsce jedynie epizodycznie. Do tej pory nie jest w pełni usystematyzowana, co odbija się negatywnie na jakości szkolenia przyszłych fachowców wychowania fizycznego i sportu. W niektórych akademiach wychowania fizycznego metrologia sportu jest włączana w tematykę innych dyscyplin, takich jak biomechanika.

Proponuje się włączenie metrologii sportowej jako dyscypliny dydaktycznej w celu podwyższenia jakości kształcenia specjalistów z różnych dziedzin sportu. Problemem w nowoczesnym sporcie jest brak unifikacji kryteriów oceny przygotowania sportowego. Nie we wszystkich dyscyplinach sportowych uwzględnione są kryteria poziomu przygotowania sportowców wysokokwalifikowanych. Perspektywnym podejściem byłaby decyzja o wdrożeniu w proces treningowy kompleksowej diagnostyki z wykorzystaniem zautomatyzowanych badawczo-treningowych stanowisk wyposażonych w nowoczesne trenażery.

## Piśmiennictwo

- [1] Anzeneder C., *Metodi d'indagine della capacita ed abilita cognitive nello sport*, „Scuola dello Sport” 1998, nr 41–42, s. 64–70.
- [2] Бальсевич В., *От высоких информационных технологий к спортивным победам*, „Теор. и Практ. Физ. Культ” 1999, 8, с. 20–24.
- [3] Bube H., Feck G., Stubler H., Trogsch F., *Test in der sport – praxis*. Sportverlag, Berlin 1966, 240 s.
- [4] *Физическая подготовленность студентоов*, ред. А. Скрипко, ИСЗ, Минск 2001, 70 с.
- [5] Годик М., *Спортивная метрология*, ФиС, Москва 1988, 192 с.



- [6] Губа В., Пресняков В., *Методы математической обработки результатов спортивно – педагогических исследований*, Москва 2015, 283 с.
- [7] Губа В., Маринич В., *Теория и методика современных спортивных исследований*, Спорт, Москва 2016, 230 с.
- [8] Иванов В., *Метрологический анализ – метод подометрии*, „Теор. и Практ. Физ. Культ.” 1979, 5, с. 10–13.
- [9] Иванов В., *Комплексный контроль в подготовке спортсменов*, ФиС, Москва 1987, 256 с.
- [10] Kochanowicz K., Zaporożanow W., *Diagnostyczna i prognostyczna wartość wskaźników kontrolnych w gimnastyce sportowej*, [w:] A. Kuder, K. Perkowski, D. Śledziński (red.), *Kierunki doskonalenia treningu i walki sportowej*, Warszawa 2005, s. 9–11.
- [11] Корзун Д., *Методы контроля функциональной подготовленности футболистов*, БГУ, Минск 2010, 100 с.
- [12] Kosmol A., *Systemy informatyczne sterowania obciążeniem wysiłkowym w wybranych dyscyplinach sportu*, seria: *Studia i Monografie*, AWF, Warszawa 1999, 262 s.
- [13] Lamcha Ł., Starosta W., *Nowa metoda rejestracji i analizy treści gry w siatkówce*, „Roczniki Naukowe Wyższej Szkoły Wychowania Fizycznego i Turystyki w Białymstoku” 2012, 8, s. 63–68.
- [14] Letzelter M., Letzelter S., *Wettkampfdiagnostik im Sprint*, „Leichtathletik-training” 2002, 9, s. 12–17.
- [15] Ljach W., Witkowski Z., *Metrologiczne podstawy kompleksowej kontroli w sporcie*, WWFiS, Biała Podlaska 2011, 297 s.
- [16] Mekota K., Blahus P., *Motoricke testy v telesne vychove*, Praha 1983, 335 s.
- [17] Miłek M., *Metrologia elektryczna wielkości nieelektrycznych*, UZ, Zielona Góra 2006, 422 s.
- [18] Nitsche K., *Entwicklung eines Messplatzes zur Objektivierung – Prazisierung der Biathlonschiesstechnikstruktur*, [w:] *Messplatze. Messplatztraining. Motorischen Lernen*, Leipzig 2002, 29.
- [19] Попов Г., *Биомеханика*, Академия, Москва 2005, 256 с.
- [20] Ратов И., *Двигательные возможности человека*, Минск 1994, 121 с.
- [21] Ратов И., Попов Г., Логинов А., Шмонин Б., *Биомеханические технологии подготовки спортсменов*, ФиС, Москва 2007, 120 с.
- [22] Rodrigues L., *Voleibol – O sistema de jogo*, „Revista Horizonte” 1999, vol. VI (36), s. 194–197.
- [23] Рудаков Р., Калашников Ю., Коротаев Н., Няшин Ю., *Биомеханика спортивных движений*, Технический Университет, Пермь 2003, 16 с.
- [24] Скрипко А., *Технологии физического воспитания*, ИСЗ, Минск 2003, 284 с.

- [25] Skrypko A., *Die Stutz – und Flugphase im Lau fund in Laufubungen*, „Leistungsport” 2003, 2, s. 45–47.
- [26] Skrypko A., Żurek P., *Trenażery w grach sportowych*, AWF, Poznań 2010, 90 s.
- [27] Смирнов Ю., *О некоторых научно-технических и организационных вопросах спортивной метрологии*, „Теор. и практ. физ. культуры.” 1978, 7, с. 57–63.
- [28] Смирнов Ю., Полевщиков М., *Спортивная метрология*, Академия, Москва 2000, 228 с.
- [29] Starkers J., Eduards P., Dissanayce P., Dunn T., *A new technology and field test of advance usage in volleyball*, „Research Quartely for Exercise and Sport” 1995, vol. 66, 2, s. 162–167.
- [30] Сучилин Н., Савельев В., Попов Г., *Оптикоэлектронные методы измерения человека*, Москва 2000, 127 с.
- [31] Ширяев И., Ахмеров Э., *Волейбол*, БГУ, Минск 2005, 144 с.
- [32] *Teoria i praktyka piłki nożnej kobiet*, red. J. Berger, A. Soroka, PWSZ, Biała Podlaska 2011, 175 s.
- [33] Зациорский В., *Спортивная метрология*, ФиС, Москва 1982, 255 с.
- [34] Железняк Ю. Петров П., *Основы научно-методической деятельности в физической культуре и спорте*, Академия, Москва 2001, 262 с.

## Control the Training Process on the Basis of Metrology Sports

### Abstract

It is becoming increasingly common to use achievements of science and technology in the development of sport. It allowed to unify the measurement procedures and has created the possibility to develop modern. The use of metrology in the preparation of olympic athletes is a very important aspect of long-term training process. The accuracy of measurement in modern sport has a significant impact on the assessment of the achievements and progress. One of the problems arising between practice and science is transfer of knowledge and especially innovative technologies to the sports practice. The study indicates the possibility of using the experience of foreign authors in the introduction of sports metrology to training of team sports and individual sports.

**Keywords:** metrology, sport, schooling, training, control.