

---

# БИОМЕХАНИЧНІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ ТА СПОРТІ

---

## ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІКИ ЧЕТВЕРТОГО ПРЯМОГО ЗАХИСТУ З ВІДПОВІДДЮ У СПОРТСМЕНІВ РІЗНОЇ КВАЛІФІКАЦІЇ, ЩО СПЕЦІАЛІЗУЮТЬСЯ У ФЕХТУВАННІ НА РАПІРАХ

---

*Андрій Бакум, Володимир Гамалій*

**Резюме.** Проведен сравнительный анализ кинематических характеристик техники выполнения четвертой прямой защиты с ответом фехтовальщиками-рапиристами различной квалификации. В эксперименте принимали участие 9 спортсменов высокой квалификации и 14 квалифицированных спортсменов. В результате исследования были получены кинематические показатели (временные, пространственные, пространственно-временные) двигательных действий спортсменов различной квалификации с помощью современной оптико-электронной системы "Qualisys". Установлены статистически достоверные различия в характеристиках техники выполнения данного боевого действия спортсменами разной квалификации.

**Ключевые слова:** фехтование, биомеханика, анализ, рапира, техника, четвертая защита.

**Summary.** A comparative analysis of kinematic parameters of technique fourth direct protection with the answer of different skills foil-fencer. The experiment was attended by 9 athletes qualified and 14 skilled athletes. In the survey revealed some kinematic parameters (temporal, spatial, spatio-temporal) motor actions of athletes of varying skill using modern optical-electronic system "Qualisys". The differences in the characteristics of this technique fighting athletes of various qualifications was statistically significant.

**Key words:** fencing, biomechanics, analysis, foil, technique, the fourth defense.

**Постановка проблеми. Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сьогодні олімпійський спорт характеризується рекордними результатами та високою конкуренцією на міжнародній спортивній арені. В багатьох видах спорту, включаючи фехтування, зростання спортивних результатів значною мірою відбувається за рахунок удосконалення спортивно-технічної майстерності [6].

На даному етапі розвитку фехтування на рапірах зростають вимоги до досконалої техніки виконання бойових прийомів спортсменами [4, 7]. Результативність техніко-тактичних дії, які використовує кожен атлет у поєдинку, залежить від багатьох чинників і, передусім, від техніки їх виконання. За даними багатьох дослідників [3, 7, 8], захисні дії є основним засобом, що використовує спортсмен у фехтувальному двобої для протистояння атакам супротивників. Вдало проведений захист створює передумови для подальшого ураження суперника. У зв'язку з цим, особливу увагу необхідно приділяти вивченню вдосконалення захисних дій, адже, із цієї проблеми у

спеціальній та науково-методичній літературі відомостей мало. Деякими фахівцями [1, 2, 5] було досліджено обсяг і ефективність захисних дій у фехтувальників різної кваліфікації, іншими [4, 8] – вивчено техніку виконання основних прямих і кругових захистів і розроблено тренувальні програми щодо їх вдосконалення. Всі результати цих досліджень було отримано за допомогою або спостереження, або звичайної відеозйомки, що обмежує об'єктивне оцінювання техніки рухових дій спортсменів.

Вивчення та порівняння біомеханічних особливостей виконання захистів рапіристами різної кваліфікації відкриває перспективу подальшого вдосконалення технічної підготовки кваліфікованих спортсменів на основі побудови моделей цієї групи бойових дій з огляду на те, що сьогодні новітні дослідницькі методики дозволяють реєструвати рухи спортсменів у тривимірному просторі з високою точністю. Тому проблема удосконалення техніки захисних дій рапіристів є актуальною.

Роботу виконано згідно зі Зведеним планом НДР у сфері фізичної культури і спорту Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України на 2011–2015 рр. за темою 2.16 “Удосконалення засобів технічної і тактичної підготовки кваліфікованих спортсменів з використанням сучасних технологій вимірювання, аналізу і моделювання рухів” (номер держреєстрації 0111U001727).

**Мета дослідження** — визначити біомеханічні особливості техніки четвертого прямого захисту з відповіддю випадом у фехтувальників-рапіристів різної кваліфікації.

**Методи та організація дослідження.** Для вирішення поставленої мети нами використовувалися такі методи дослідження: теоретичний аналіз і узагальнення даних спеціальної та науково-методичної літератури, аналіз змагальної діяльності рапіристів високої кваліфікації, оптико-електронна система реєстрації рухів “Qualisys”, біомеханічний аналіз і методи математичної статистики.

Загалом було проаналізовано сімдесят поєдинків туру прямого вибування особистих змагань чоловіків-рапіристів на чемпіонаті світу 2010 р. (Париж, Франція), Гран-прі 2010 р. (Венеція, Італія), Гран-прі 2010 р. (Париж, Франція). У дослідженнях техніки взяли участь 23 фехтувальники-рапіристи, з них — 9 спортсменів високої кваліфікації (МСУ, МСМКУ) та 14 кваліфікованих спортсменів (КМС, I розряд). Реєстрація технічних прийомів проводилась в тривимірному просторі (3D) зі швидкістю 160 кадр.·с<sup>-1</sup>.

**Результати дослідження та їх обговорення.** Аналіз часових показників досліджуваної змагальної дії у рапіристів різної кваліфікації дозволив виявити тенденцію до зменшення загального часу виконання четвертого захисту з відповіддю випадом прямо зі зростанням спортивної кваліфікації як за рахунок збільшення швидкості руху окремих біоланок, так і в результаті більш раціональної рухової структури дій.

Виконання четвертого прямого захисту з відповіддю, як правило, в усіх спортсменів починається з кроку назад, загальна тривалість якого у кваліфікованих рапіристів становить  $0,51 \pm 0,06$  с, тоді як фехтувальником високої кваліфікації для виконання цієї дії необхідно всього  $0,4 \pm 0,05$  с ( $p < 0,05$ ). При цьому в обох групах спортсменів загальний центр мас (ЗЦМ) тіла при виконанні даної дії переміщується по осі X вперед—назад практично на однакову відстань —  $0,38 \pm 0,07$  м і  $0,37 \pm 0,04$  відповідно ( $p > 0,05$ ).

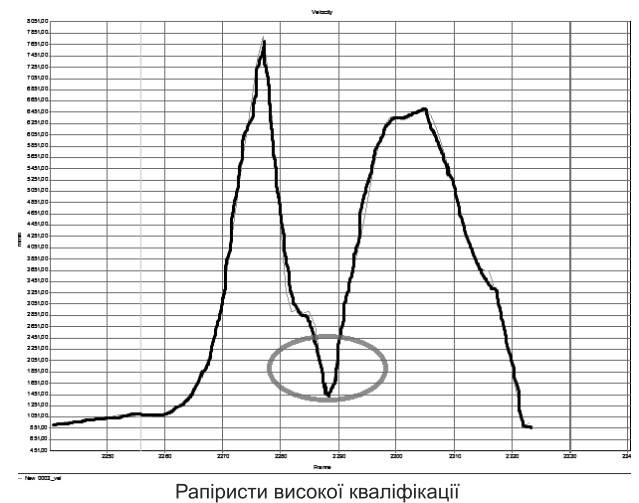
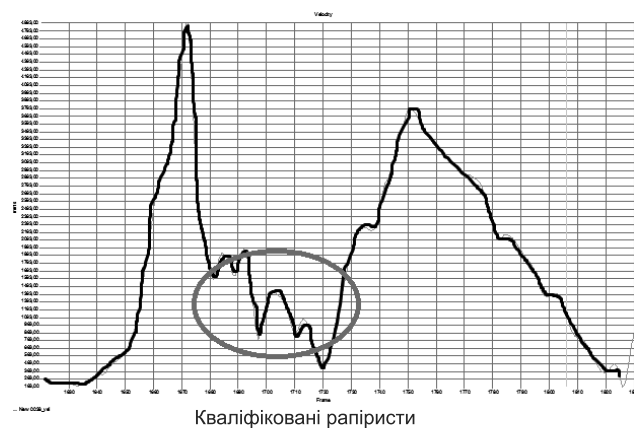
Для виконання відповіді випадом кваліфікованим спортсменам необхідно на  $0,04$  с більше часу, ніж рапіристам високої кваліфікації ( $p > 0,05$ ). Також вдалося встановити, що пауза між захистом і відповіддю у рапіристів більш низької кваліфікації достовірно більша на  $0,08$  с ( $p > 0,05$ ),

при цьому тривалість дотику клинка при виконанні захисту у кваліфікованих спортсменів становить  $0,31 \pm 0,05$  с, а у рапіристів високої кваліфікації —  $0,2 \pm 0,02$  с ( $p > 0,05$ ). Ця пауза також добре проглядається за характером зміни швидкості наконечника рапіри при виконанні цієї техніко-тактичної дії (рис. 1).

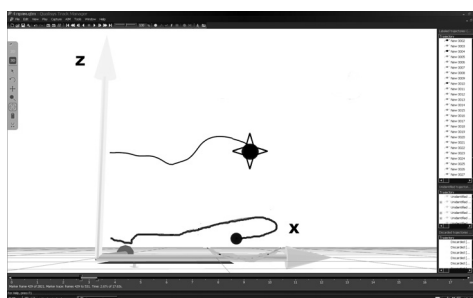
Аналіз кутових характеристик у суглобах фехтувальників при виконанні четвертого захисту з відповіддю дозволив визначити відмінності в механізмі виконання цього прийому спортсменами різної кваліфікації.

Зокрема при реалізації досліджуваного захисту спортсмени високої кваліфікації намагаються виконати “парад” попереду, трохи випрямляючи руку вперед, про що свідчить збільшення кутів у ліктьовому і плечовому суглобах озброєної руки в момент взяття захисту.

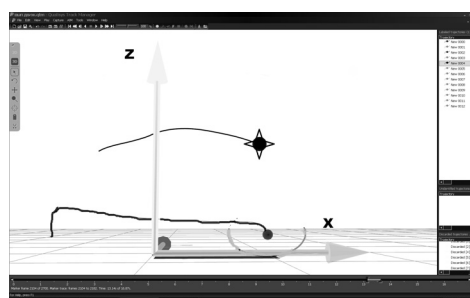
Аналіз шляху, пройденого ЗЦМ тіла, променево-зап’ястковим суглобом і наконечником рапіри по осі X, свідчить, що при виконанні захисту шлях променево-зап’ясткового суглоба і наконечника рапіри у кваліфікованих рапіристів





**Рисунок 1** — Спідограма наконечника рапіри при виконанні четвертого захисту та відповіді випадом рапіристами різної кваліфікації (роздрук з екрана монітора)



Кваліфіковані рапіристи



Рапіристи високої кваліфікації

**Рисунок 2** — Траєкторія колінного і над'ярково-гомількового суглобів ноги, що стоїть попереду, при виконанні відповіді після четвертого прямого захисту у рапіристів різної кваліфікації (роздрук з екрана монітора):  — колінний суглоб;  — над'ярково-гомільковий суглоб

більший, ніж відстань ЗЦМ тіла, а у рапіристів високої кваліфікації, навпаки, ЗЦМ при захисті проходить більший шлях, ніж променево-зап'ястковий суглоб і наконечник рапіри. Такий спосіб виконання захисту спортсменами високої кваліфікації дозволяє не тільки відбити клинок противника, а й наблизити свою зброю до зони ураження противника і водночас розірвати дистанцію, що позитивно позначається на швидкості нанесення уколу у відповіді і збільшує шанси на успішний результат.

У кваліфікованих спортсменів, навпаки, при виконанні захисту відмічається згинання у суглобах озброєної руки, що збільшує відстань від вістря рапіри до сектора, що уражається, тому для завдання уколу у відповідь їм необхідно більше часу, що негативно позначається на результативності дії, оскільки суперник за цей час може використати контрприйом.

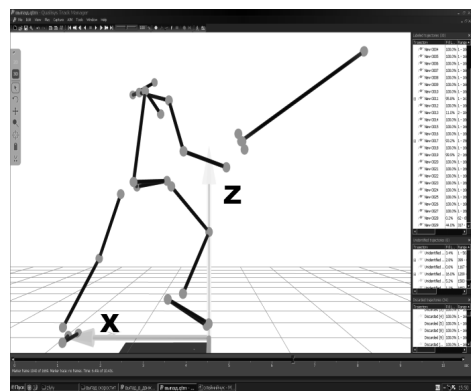
Принципово важливою відмінністю при виконанні відповіді рапіристами високої кваліфікації є початок дії з активного розгинання ноги, що розташована попереду, і потужного відштовхування від опори ногою, що стоїть позаду, завдяки чому вони набагато швидше переходять до дії (рис. 2). Кваліфіковані спортсмени перед виконанням махового руху спочатку підтягують гомілку під себе і лише потім починають виконання відповідної дії. Така особливість виконання цього прийому збільшує паузу між захистом і відповіддю.

У рапіристів різної кваліфікації часова структура при виконанні відповіді після четвертого прямого захисту, а саме, узгодження у часі руху озброєної руки, поштовхової і махової ніг, також має свої особливості.

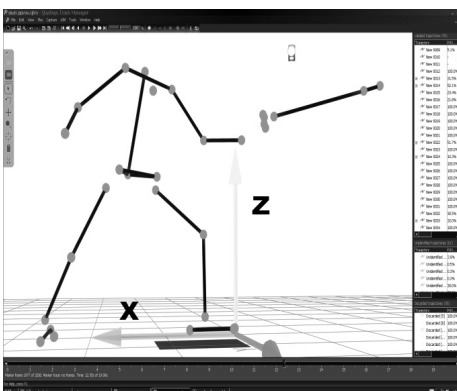
Відповідаючи випадом після захисту, кваліфіковані рапіристи починають маховий рух ногою, що розташована попереду, на  $0,06 \pm 0,02$  с раніше, ніж починається випрямлення озброєної руки, водночас у фехтувальників високої кваліфікації, навпаки, випрямлення озброєної руки випереджає маховий рух у середньому на  $0,03 \pm 0,01$  с ( $p < 0,05$ ), що дозволяє швидше наблизити вістря клинка до сектора, у який наноситиметься укол (рис. 3).

В момент відриву махової ноги від опори кут у ліктьовому і плечовому суглобах озброєної руки у рапіристів високої кваліфікації достовірно більший, ніж у кваліфікованих фехтувальників ( $p < 0,05$ ).

У рапіристів високої кваліфікації відмічається достовірно більша результуюча швидкість як променево-зап'ясткового суглоба, так і наконечника рапіри у момент відриву махової ноги від опори і у момент нанесення уколу. При цьому відзначається набагато менша амплітуда руху цих точок по осях  $y$  (вліво – вправо) і  $z$  (вверх – вниз) ( $p < 0,05$ ). Такі відмінності біомеханічних характеристик свідчать про те, що на початку відповіді відбувається активний посыл озброєної руки і наконечника рапіри в укол, при цьому рух

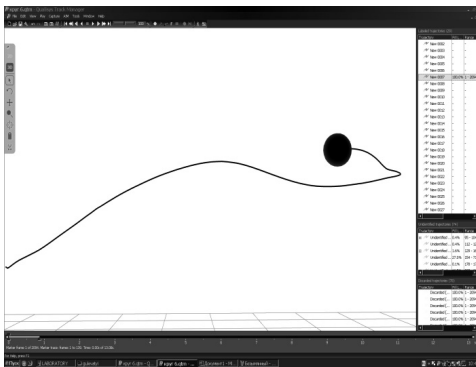


Кваліфіковані рапіристи

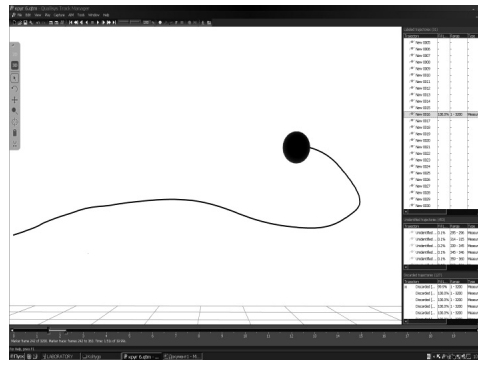


Рапіристи високої кваліфікації

**Рисунок 3** — Момент відриву махової ноги від опори при виконанні відповіді після четвертого прямого захисту рапіристами різної кваліфікації (роздрук з екрана монітора)



Кваліфіковані рапіристи



Рапіристи високої кваліфікації

**Рисунок 4** — Траєкторія ЗЦМ тіла спортсмена при виконанні четвертого прямого захисту і прямої відповіді випадом рапіристами різної кваліфікації (роздрук з екрана монітора)

кисті і вістря зброї відбувається по найкоротшому шляху до сектора ураження.

Фехтувальники-рапіристи високої кваліфікації при виконанні четвертого прямого захисту спочатку дистанційно віддаляються від супротивника і тільки після цього через  $0,13 \pm 0,04$  с починають виконувати захист зброєю, у кваліфікованих рапіристів цей проміжок становить  $0,08 \pm 0,03$  с ( $p < 0,05$ ). Така особливість дозволяє рапіристам високої класифікації точніше визначити глибину атаки, а також точно упевнитися, в який сектор буде наноситися укол.

Виконання кроку назад рапіристами високої кваліфікації супроводжується глибоким підсаджуванням, що створює умови для подальшого потужного поштовху ноги, яка стоїть позаду, при виконанні відповіді випадом. Кути в колінних суглобах у момент взяття захисту у кваліфікованих спортсменів достовірно більші, ніж у рапіристів високої кваліфікації ( $p < 0,05$ ).

Однією з найважливіших характеристик виконання четвертого захисту є траєкторія руху ЗЦМ тіла спортсмена, яка у рапіристів високої кваліфікації при виконанні кроку назад має більш округлі форми зі значним зниженням ( $0,12 \pm 0,04$  м) за рахунок згинання в колінних суглобах обох ніг. Це створює передумови до виконання потужного відштовхування ногою, що розташована позаду. Траєкторія ЗЦМ тіла у цих спортсменів упродовж виконання випаду більш прямолінійна, що вказує на активний рух спортсмена вперед.

У кваліфікованих фехтувальників ЗЦМ тіла при виконанні кроку назад знижується всього на  $0,06 \pm 0,03$  м ( $p < 0,05$ ), при цьому траєкторія ЗЦМ тіла різко змінює напрямок руху та при виконанні випаду має тенденцію до зниження, за рахунок чого збільшується навантаження на ногу, що стоїть попереду, чим значно обмежується варіативність подальших дій спортсмена.

У результаті швидкість ЗЦМ тіла у рапіристів високої кваліфікації у момент нанесення уколу достовірно більша —  $2,11 \pm 0,22$  м·с<sup>-1</sup>,

ніж у кваліфікованих спортсменів —  $1,85 \pm 0,19$  м·с<sup>-1</sup> ( $p < 0,05$ ).

Аналіз траєкторії наконечника рапіри при виконанні досліджуваного захисту (рис. 5) вказує на те, що амплітуда руху клинка рапіри у кваліфікованих рапіристів по осях *y* і *z* достовірно більша, ніж у спортсменів високої кваліфікації ( $p < 0,05$ ). При цьому середня швидкість наконечника рапіри при виконанні захисту у фехтувальників високої кваліфікації становить  $2,97 \pm 0,52$  м·с<sup>-1</sup>, а у кваліфікованих рапіристів —  $2,45 \pm 0,54$  м·с<sup>-1</sup> ( $p < 0,05$ ).

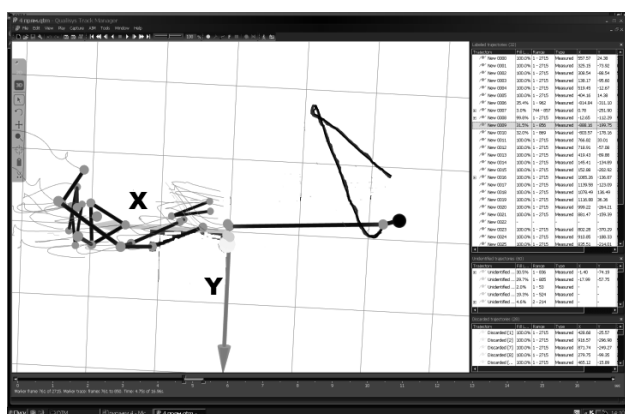
Така особливість реалізації захисту зумовлена виконанням відповіді у цієї категорії спортсменів при достовірно вищих показниках шляху променево-зап'ясткового суглоба і вістря рапіри у боковому і вертикальному напрямках ( $p < 0,05$ ). Тому укол у відповідь випадом у кваліфікованих рапіристів наноситься не найкоротшим шляхом, що і є причиною або неточних уколів, або створення передумов, коли супротивник встигає застосувати контрприйм.

Отже, у спортсменів високої кваліфікації при виконанні відповіді коротший шлях наконечника рапіри і менша амплітуда її руху, що дозволяє більш швидко і точно нанести дійсний укол у відповідь.

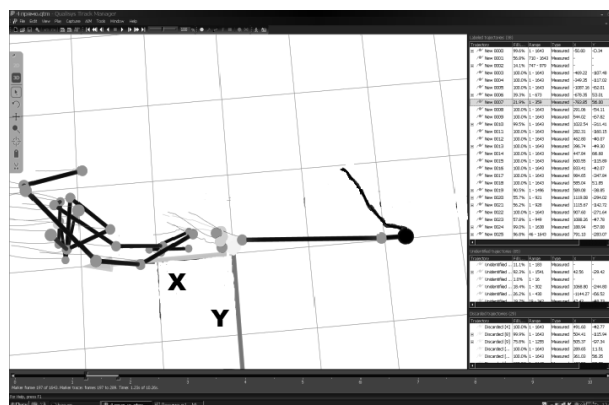
**Висновки.** Порівняльний аналіз кінематичних характеристик техніки виконання четвертого прямого захисту та відповіді випадом кваліфікованими рапіристами та фехтувальниками високої кваліфікації дозволив виявити статистично достовірні відмінності та визначити тенденції змін у механізмах побудови цієї рухової дії зі зростанням кваліфікації спортсменів.

Встановлено, що завдяки раціоналізації рухів різних біоланок тіла та зброї тривалість окремих компонентів дії і загалом всього прийому має тенденцію до скорочення зі зростанням кваліфікації спортсменів, при цьому відмічається збільшення швидкості рухів та зменшення їх амплітуди.

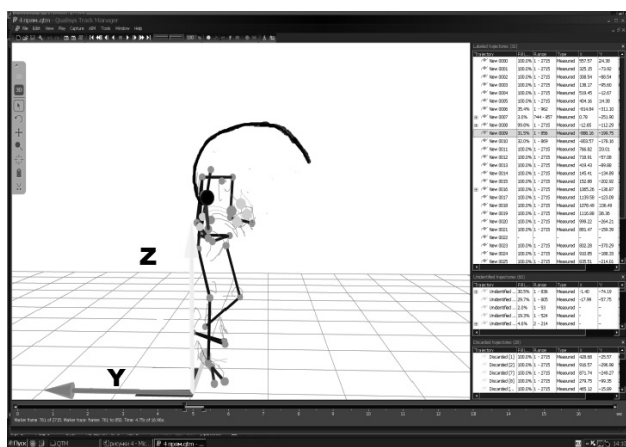
На особливу увагу заслуговують вперше зареєстровані в дослідженні показники амплі-



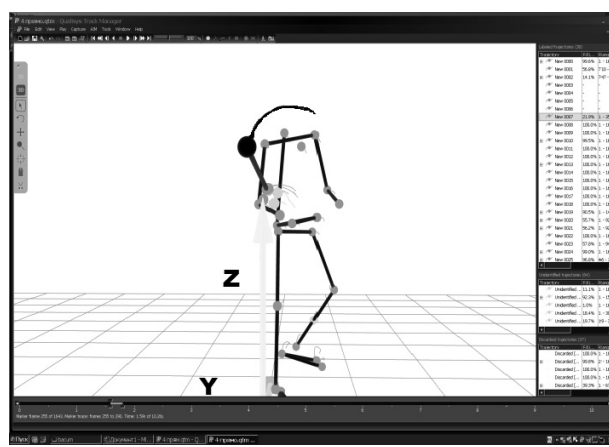
Кваліфіковані рапіристи (видгляд зверху)



Рапіристи високої кваліфікації (видгляд зверху)



Кваліфіковані рапіристи (видгляд спереду)



Рапіристи високої кваліфікації (видгляд низу)

**Рисунок 5** — Траєкторія наконечника рапіри при виконанні четвертого прямого захисту рапіристами різної кваліфікації (роздрук з екрана монітора)

туди рухів ЗЦМ тіла спортсменів, променево-зап'ясткового суглоба і вістря рапіри в тривимірному просторі, а також характер траєкторій ЗЦМ тіла, вістря зброї, колінного та гомілкового суглобів махової ноги, що сприяло об'єктивному оцінюванню особливостей техніки четвертого прямого захисту з відповіддю у рапіристів різної кваліфікації.

**Перспективи подальших досліджень.** Планується проведення порівняльного біомеханічного аналізу простих прямих атак випадом та кроком вперед випадом, а також контратаки з розривом дистанції для отримання інформації про особливості техніки змагальних дій спортсменів різної кваліфікації, що спеціалізуються у фехтуванні на рапірах.

## Література

1. Гамалій В. Техніко-тактичні дії рапіристів високої кваліфікації в умовах змагань / В. Гамалій, А. Бакум // Теорія і методика фіз. виховання і спорту. — 2011. — № 3 — С. 16—19.
2. Ридник М. А. Средства ведения поединков как основа опережающего моделирования технико-тактической подготовки юных фехтовальщиков / М. А. Ридник // Учен. записки. — 2009. — № 11 — С. 82—86.
3. Сладков Е. Д. Основы техники фехтования: сб. ст. / Е. Д. Сладков. — К., 1989. — С. 141.
4. Стукалин А. В. Влияние изменений в судействе на объем и характер технико-тактических действий рапиристов / А. В. Стукалин // Тез. докл. XXIX науч. конф. студ., аспирант. и соискание МГАФК / под ред. Ф. Г. Бурякина. — Малаховка, 2005. — Вып. XIV. — С. 219—224.
5. Стукалин А. В. Перспективы совершенствования техники фехтования на рапирах в связи с изменениями правил судейства / А. В. Стукалин, Ф. Г. Бурякин // Теория и практика физ. культуры. — 2007. — С. 77—78.
6. Турецкий Б. В. Обучение фехтованию / Б. В. Турецкий. — М.: Акад. проект, 2007. — 124 с.

7. Тышлер Д. А. Спортивное фехтование учеб. для вузов физ. культуры / Д. А. Тышлер. — М.: ФОН, 1997. — 389 с.
8. Smith J. J. The techniques and tactics of modern foil fencing / J. J. Smith // Summers dale Publishers. — Chichester, 2003. — P. 174.

### References

---

1. Gamaliy V. V. Technical and tactical actions of high-qualified foil fencers in competition / V. V. Gamaliy, A. V. Bakum // Theory and methodology of physical education. — 2011. — № 3. — P. 16—19.
2. Rydnyk M. A. The means of duels driving as the basis for advanced modeling of technical and tactical training of young fencing athletes / M. A. Rydnyk // Uchennyye notes. — 2009. — № 11. — P. 82—86.
3. Sladkov E. D. Basics of fencing techniques / E. D. Sladkov // Fencing: collection of articles. — K., 1989. — P. 141.
4. Stukalin A. V. Effect of changes in the judging by the volume and nature of the technical and tactical actions fencers / A. V. Stukalin // Abstracts of the XXIX Scientific Conference of Students and applicants MGAFK, fourteenth edition. (Eds. F.G. Buryakina); MGAFK. — Malakhovka, 2005. — P. 219—224.
5. Stukalin A. V. Prospects for improving the foil fencing techniques to changes in the rules of refereeing / F. G. Buryakin, A. V. Stukalin // Theory and Practice of Physical Culture. — 2007. — P. 77—78.
6. Tureckiy B. V. Teaching fencing / B. V. Tureckiy. — M.: Academic project, 2007. — 124 p.
7. Tyshler D. A. Sport Fencing / D. A. Tyshler // Textbook for high schools of physical culture — M.: VON, 1997. — 389 p.
8. Smith J. J. The techniques and tactics of modern foil fencing / J.J. Smith // Summers dale Publishers. — Chichester, 2003. — P. 174.

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ  
 bakunya.88@mail.ru  
 gamali@ua.fm

Надійшла 15.05.2012