

УДК 796.01

DOI <https://doi.org/10.32782/2221-1217-2024-1-07>

## РОЛЬ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПІДВИЩЕННІ ЕФЕКТИВНОСТІ ТРЕНУВАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В СТІЛЕЦЬКИХ ВИДАХ СПОРТУ

**Богдан ЄМЧИК<sup>1</sup>,**

аспірант,

<https://orcid.org/0009-0002-9579-4466>,

bodik132@gmail.com

**Сергій АНТОНОВ<sup>1</sup>,**

кандидат наук з фізичного виховання і спорту, доцент,

<https://orcid.org/0000-0003-1379-7912>,

antonov.ua177@gmail.com

**Ірина ЗАГАРУК<sup>1</sup>,**

магістрантка,

<https://orcid.org/0009-0000-8331-3739>

z.irina.323@gmail.com

**Василь ТКАЧЕК<sup>1</sup>,**

старший викладач,

<https://orcid.org/0000-0001-5062-8857>

tkachek@gmail.com

<sup>1</sup>Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського

**Анотація.** У статті висвітлено важливість використання сучасних інформаційних технологій для підвищення ефективності тренувального процесу в стрілецьких видах спорту. Інформаційні технології стали невід'ємною частиною тренувальної системи, забезпечуючи більш точний моніторинг та контроль за технічними аспектами підготовки стрільців. Однак питання впровадження цих технологій у тренувальний процес та їхній вплив на результативність спортсменів вимагає глибшого дослідження.

*Метою дослідження є вивчення впливу інформаційних технологічних інновацій, зокрема зосереджено увагу на таких засобах, як оптико-електронні системи, віртуальна та доповнена реальність, а також на використанні штучного інтелекту для оптимізації технічної підготовки стрільців. Для досягнення мети використано такі методи дослідження: теоретичний аналіз та узагальнення, аналіз документальних матеріалів, порівняння.*

*Результати роботи та висновки.* На основі аналізу документальних матеріалів та узагальнень ми описали застосування інформаційних технологій, що мають вирішальне значення для підвищення ефективності тренувального процесу та поліпшення результатів стрільців. Упровадження комп'ютерного моделювання, програм для аналізу даних, а також різних технологічних рішень, таких як оптико-електронні системи, віртуальна та доповнена реальність, суттєво розширюють можливості підготовки спортсменів. У стрілецьких видах спорту ці інновації дають змогу ретельно контролювати кожен етап виконання пострілу, забезпечуючи спортсменам та тренерам можливість аналізувати ключові показники та коригувати техніку в реальному часі. Розвиток технологій на основі штучного інтелекту, машинного навчання та комп'ютерного зору відкриває нові можливості для оптимізації тренувань, підвищуючи точність і забезпечуючи індивідуалізацію підготовки. Отже, інтеграція інформаційних технологій у спортивні процеси є важливим чинником підвищення спортивних результатів і конкурентоспроможності спортсменів на змаганнях найвищого рівня.

**Ключові слова:** технологічні інновації, тренування, стрільба, індивідуалізація підготовки, комп'ютерне моделювання.

## THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGIES IN INCREASING THE EFFICIENCY OF THE TRAINING PROCESS IN SHOOTING SPORTS

**Bohdan YEMCHYK<sup>1</sup>,**

Postgraduate student,

<https://orcid.org/0009-0002-9579-4466>,

bodik132@gmail.com

**Serhiy ANTONOV<sup>1</sup>,**

PhD in Physical Education and Sports, Associate Professor,

<https://orcid.org/0000-0003-1379-7912>,

antonov.ua177@gmail.com

**Iryna ZAHARUK<sup>1</sup>,**

Master's student,

<https://orcid.org/0009-0000-8331-3739>,

z.irina.323@gmail.com

**Vasyl TKACHEK<sup>1</sup>,**

Senior Lecturer,

<https://orcid.org/0000-0001-5062-8857>,

tkachek@gmail.com

<sup>1</sup>Ivan Boberskyi Lviv State University of Physical Culture

**Abstract.** The article highlights the importance of using modern information technologies to enhance the efficiency of the training process in shooting sports. Information technologies have become an integral part of the training system, providing more accurate monitoring and control over the technical aspects of shooters' preparation. However, the issue of integrating these technologies into the training process and their impact on athletes' performance requires further research. *The aim of the study* is to examine the impact of technological innovations, focusing on tools such as optoelectronic systems, virtual and augmented reality, as well as the use of artificial intelligence to optimize the technical preparation of shooters. *The research methods* used include theoretical analysis and synthesis, analysis of documentary materials, and comparison.

*Results and conclusions.* Based on the analysis of documentary materials and generalizations, we described the application of information technologies that are crucial for improving the efficiency of the training process and enhancing the results of shooters. The implementation of computer modeling, data analysis programs, and various technological solutions, such as optoelectronic systems, virtual and augmented reality, significantly expands the possibilities for athlete preparation. In shooting sports, these innovations allow for precise control over each stage of the shooting process, providing athletes and coaches with the ability to analyze key indicators and adjust technique in real-time. The development of technologies based on artificial intelligence, machine learning, and computer vision opens new opportunities for training optimization, increasing accuracy, and ensuring individualized preparation. Thus, the integration of information technologies into sports processes is a key factor in improving athletic performance and enhancing the competitiveness of athletes in top-level competitions.

**Key words:** technological innovations, training, shooting, individualized preparation, computer modeling.

**Вступ. Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Сучасний розвиток стрілецьких видів спорту вимагає інноваційних підходів до тренувального процесу, зокрема впровадження інформаційних технологій. Одним із ключових завдань тренувальної системи є підвищення

точності, швидкості та стабільності виконання стрілецьких вправ. Використання новітніх технологічних рішень, таких як оптико-електронні системи, штучний інтелект, доповнена та віртуальна реальність, стає необхідністю для підтримки конкурентоспроможності спортсменів на високому рівні. Однак проблема інтеграції цих технологій

у тренувальні процеси та їхній вплив на результативність спортсменів потребує детального вивчення.

#### **Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

У попередніх наукових дослідженнях відзначено, що технології, такі як системи оптико-електронного аналізу (наприклад, SCATT) [1–3], віртуальні тренажери [4; 5] та біомеханічні системи аналізу рухів [6–8] мають великий потенціал для покращення результативності в технічних видах спорту, зокрема у стрільбі. Деякі наукові роботи [9–11] зосереджувалися на розробленні математичних моделей і систем моніторингу техніки стрільби, проте мало уваги було приділено комплексному впровадженню інформаційних технологій у тренувальні процеси та аналізу їхньої довготривалої ефективності. Попередні дослідження також не охоплювали питання індивідуалізації підготовки спортсменів із застосуванням цих технологій.

**Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми.** Попри певний прогрес у попередніх дослідженнях, недостатньо вивченим залишається питання системного впровадження інформаційних технологій для підвищення ефективності тренувального процесу в стрілецьких видах спорту. Не досліджено також до кінця вплив таких технологій на індивідуальні показники спортсменів, особливо на різних етапах їхньої підготовки. Це дослідження зосереджено на аналізі інтеграції сучасних технологій у тренувальний процес та оцінці їхньої ефективності у покращенні техніки та результативності стрільців.

**Мета дослідження:** проаналізувати та описати вплив сучасних інформаційних технологій на підвищення результативності тренувального процесу в стрілецьких видах спорту.

**Методи дослідження:** теоретичний аналіз та узагальнення, аналіз документальних матеріалів, порівняння

**Результати.** Поточний розвиток спорту неможливо уявити без упровадження передових інформаційних технологій, які відіграють ключову роль у підвищенні ефективності тренувального процесу та покращенні спортивних результатів. Для підвищення точності й ефективності у змаганнях широко використовуються програмні засоби аналізу та оптимізації тренувального процесу. У стрілецьких видах спорту, де точність та швидкість реакції є вирішальними чинниками успіху, застосування спеціалізованих програмних засобів стало невід'ємною частиною підготовки спортсменів.

Інтеграція та розвиток інформаційних технологій у спортивній діяльності – це сприяння розвитку спорту через комп'ютерне моделювання та обчислення з метою підвищення ефективності спортивної підготовленості. Основою цього є застосування комп'ютерних інформаційних технологій [12].

Сучасні спортивні технологічні рішення, такі як різноманітні прилади та трекери, значно виросли за масштабами та функціональністю з часів, коли вони асоціювалися лише з нарукавними Fitbit або простими крокомірами. Зараз існує великий вибір цих пристроїв – від «розумних окулярів» для велосипедистів, які відображають навігаційні маршрути в реальному часі, до окулярів для плавців, котрі фіксують ключові параметри під час змагань та тренувань. Також існує взуття із вбудованими датчиками для футболістів та бігунів, що дають змогу моніторити швидкість та контакт із поверхнею. Окрім цього, доступні костюми для всього тіла, які допомагають контролювати ефективність тренувань за допомогою технологій доповненої та віртуальної реальності, що корисно як для професіоналів, так і для аматорів спорту, а також для тих, хто проходить реабілітацію після травм. Завдяки інформаційним технологіям тренер може приділяти більше уваги індивідуальним особливостям спортсмена під час підготовки до змагань в умовах навчально-тренувального процесу, своєю чергою, це дасть змогу уникнути того, що висококваліфіковані спортсмени мають спад спортивних результатів протягом тривалого часу [13; 14].

Цікавим є досвід вітчизняних фахівців [15], які описують роль дронів (безпілотних літальних апаратів), здатних знімати високоякісні фото і відео з різних висот. Ці літаючі роботи керуються дистанційно або за допомогою інтелектуальних програм, що дає їм змогу стежити за об'єктами у просторі. У всьому світі спортсмени, такі як бігуни, баскетболісти, лижники, альпіністи та ін., активно використовують дрони для моніторингу своїх тренувань і змагань. Це дає їм змогу ретельно аналізувати свою діяльність і покращувати тренувальні процеси. Однією з ключових переваг застосування дронів є можливість їх використання у критичних моментах змагань для документування спірних ситуацій та подальшого перегляду записів.

А. Лопатьєв, М. Пітин та А. Демічковський [9] у своїй науковій праці, представили основні визначення, адаптовані до вимог технічних видів спорту та спортивної науки з акцентом на стрілецьку підготовку. Провівши детальний аналіз

навчальної програми підготовки стрільців у різних спортивних закладах, включаючи дитячо-юнацькі спортивні школи та школи олімпійського резерву, запропонували варіанти вдосконалення програми відповідно до сучасних тенденцій підготовки спортсменів. Також розробили пропозиції щодо систематизації та адаптації основних концепцій системного підходу, математичного моделювання та інформаційних технологій для технічних видів спорту.

Розглядаючи сучасні програмні рішення, що дають змогу моделювати різні аспекти стрілецького процесу, зосереджується увага на електронно-технічних системах, що відіграють важливу роль у підготовці спортсменів, забезпечуючи швидкий доступ до ключових показників, які допомагають удосконалювати їх підготовленість. Завдяки додатковій інформації, яку надають ці системи, тренери та спортсмени можуть коригувати навчально-тренувальний процес для досягнення максимальних індивідуальних результатів. Як зазначає автор [16], в умовах постійних змін у правилах змагань виникає необхідність перегляду підходів до використання електронно-технічних систем, оскільки нововведення висувають додаткові вимоги до підготовленості спортсменів, що потребує адаптації тренувальних методик і засобів.

Для стрільців особливо важливою є можливість точної оцінки кожного пострілу та аналізу своїх дій. Упровадження у тренувальний процес оптико-електронних систем надає спортсменам можливість не лише відпрацьовувати техніку стрільби, а й детально аналізувати свої дії за допомогою сучасних інформаційних технологій. До прикладу, оптико-електронна система SCATT (рис. 1) – це електронний комп'ютерний тренажер, спеціально розроблений для стрільби по непо рушних мішенях. Основний принцип роботи цієї системи полягає у тому, що стрільцеві необхідно закріпити на зброї датчик, який постійно відстежує її рух відносно мішені. Інформація, отримана від датчика, передається на пристрій, де встановлена спеціальна програма для аналізу даних.

Програма відображає траєкторію переміщення точки прицілювання на тлі мішені, а момент пострілу фіксується на екрані у вигляді пробойни. Усі ці дані зберігаються на пристрої, що дає змогу спортсмену або тренеру після завершення тренування переглянути результати й виявити допущені помилки [1].

Ця система [2; 3] також надає можливість детального контролю та аналізу власного виконання пострілу. Вона дає змогу наносити

траєкторію прицілу на мішень, розділяти час, необхідний для підготовки пострілу, визначати величину відхилення пострілу, орієнтацію на центральну мішень та інші параметри. Архівна інформація, що зберігається в системі, може використовуватися як орієнтир для спортсменів різної кваліфікації та тренерів. Вони можуть оцінити свої дії порівняно з модельним виконанням, наприклад висококваліфікованого спортсмена, що допоможе вдосконалити технічні характеристики і підвищити результативність пострілу.



**Рис. 1. Оптико-електронна система SCATT [1–3]**

Окрім оптико-електронних систем, фахівці у сфері стрілецьких видів спорту наголошують на важливості різних програмних засобів, що використовуються для аналізу техніки стрільби, моніторингу стану спортсменів, а також управління процесами тренувань і змагань, моделювання стрілецьких тренувань, аналізу біомеханічних характеристик пострілу та розроблення індивідуальних тренувальних програм.

Бразильські науковці R.A.F. d. Morais, A.R. Rezende, R.S. Goncalves [17] запропонували створити віртуальне середовище у форматі комп'ютерної гри для тренувань та практики в спортивній стрільбі, використовуючи цифрову систему аналізу зображень. Ця система включає методи захоплення та обробки зображень, які отримуються за допомогою вебкамери, що взаємодіє з програмним забезпеченням. Зображення обробляються та аналізуються в матричній формі, а результати динамічно відображаються на екрані. У підсумку дослідження показує, що поєднання методів програмування з технологіями захоплення та обробки зображень може бути використане для створення навчального інструменту, здатного імітувати практику спортивної стрільби, забезпечуючи високу інтерактивність через графічні інтерфейси.

В іншому дослідженні вчені [18] розробили та представили високоточну систему для тренувань стрільців у різних умовах, як у приміщенні, так і просто неба. Система використовує методи штучного інтелекту для виявлення, розпізнавання та відстеження об'єктів у шумному середовищі, що дає змогу стрільцю швидко та точно прицілюватися. Відеопотік, отриманий за допомогою бездротової камери, прикріпленої до зброї, використовується як вхідний сигнал для попередньо навченої моделі, яка розпізнає ціль і відстежує її рух. Схожа праця іспанських науковців [19] торкається технології віртуальної реальності та штучного зору. Система базується на створенні віртуальних сценаріїв та силуетів типових цілей, що допомагає стрільцям покращити точність. Основним інструментом для оцінки точності пострілів є вебкамера, яка фіксує місце попадання інфрачервоного лазерного променя в умовах темряви. Лазер адаптований до зброї, а зображення обробляється за допомогою алгоритмів розпізнавання кольорів і визначення центру цілі, що дає змогу присвоювати числові значення кожному пострілу. Установлено, що ефективність такої системи є особливо корисною для початківців. На підтвердження впровадження у тренувальний процес стрільців штучного інтелекту японські фахівці [20] довели, що експериментальне поєднання методу відеоаналізу з машинним навчанням техніки стрільби має точність близько 90%.

У стрілецько-спортивній діяльності точність і послідовність є ключовими чинниками успіху. Із розвитком сучасних технологій усе частіше застосовуються автоматизовані системи для підрахунку очок і аналізу влучань. Нова двоетапна система підрахунку очок, заснована на комп'ютерному зорі, дає змогу точно виявляти та локалізувати снаряд (куля, стріла) навіть у складних умовах [21].

Окрім того, технологія обробки зображень забезпечує точне та стабільне вимірювання результатів під час тренувань і змагань. Мобільні додатки, такі як TargetScan та ін., продемонстрували свою надійність у вимірюванні результативності [22]. Загалом ці технології значно покращують тренувальний процес і підвищують точність оцінки результатів у стрілецькому спорті.

Р. Грибовський [23], моделюючи реальні умов стрільби, розробив та впровадив у тренувальний процес новачків спеціалізований пристрій, що виключає негативний вплив віддачі зброї. Дослідження показує, що відсутність віддачі під час

тренувань сприяє зниженню рівня тривожності у новачків і дає їм змогу зосередитися на освоєнні техніки стрільби, не зазнаючи страху перед ударом у плече, який зазвичай відбувається під час виконання пострілу.

Низка науковців [24] зазначає зріст попиту на інтелектуальні електронні рішення з використанням інструментів і пристроїв, здатних імітувати тренувальні ситуації. Їм удалося перевірити використання системи на основі B-percept<sup>®</sup> Zigbee для моделювання та оцінки стрільби, а також за допомогою вище згаданої системи вимірювано час зорової реакції в умовах спортивного тренування у стендовій стрільбі.

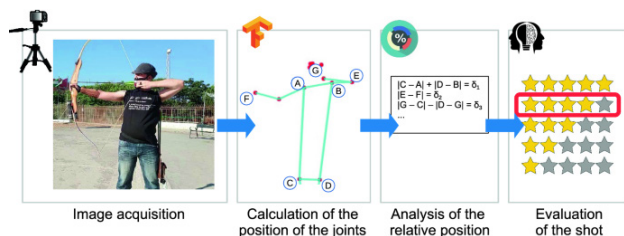
Точний аналіз рухів у стрільбі з лука вимагає сучасних підходів, і саме тут застосування інформаційних технологій стає незамінним. Вони дають змогу детально контролювати та оптимізувати техніку стрільби, підвищуючи ефективність підготовки спортсменів та їхні результати на змаганнях.

Малайзійські вчені з Університету Паханг [6] описали та розробили комплексне програмне забезпечення для моніторингу результативності у стрільбі з лука, яке включає три камери, які розташовані під різними кутами нахилу, і п'ять датчиків, прикріплених до тіла спортсмена. Система дає змогу оцінювати постуральні коливання, рухи поясу верхніх кінцівок, м'язову активацію, частоту серцевих скорочень і психофізіологічні параметри. Дані відображаються в режимі реального часу за допомогою вбудованого алгоритму, що перетворює біомеханічні показники на зручний для аналізу формат. Згідно з дослідженнями, така система допомагає лучникам і тренерам виявляти та коригувати помилки, покращуючи техніку і загальну результативність.

Цікавим є дослідження [7], що стосується розвитку прототипу портативного пристрою, який використовує акселерометр для відстеження руху тягнутої руки лучника, з метою фіксації моменту випуску стріли. Цей пристрій призначений для надання зворотної інформації щодо випуску лучника під час тренувань без присутності тренера. Оскільки випуск є критично важливим елементом технічної підготовки, дослідження зосереджується на класифікації випусків, таких як добрий, поганий або різкий. Використовуючи 50 зразків кожного типу випуску для навчання і тестування, установлено, що пристрій досяг точності у класифікації понад 90% для всіх трьох типів випусків. Це, своєю чергою, пропонує інноваційний підхід до

автоматизації тренувального процесу, який зазвичай здійснюється вручну.

Автоматизовані системи аналізу (рис. 2) можуть значно підвищити точність оцінки постави. У своїх дослідженнях С. Cintrano, J. Ferrer, E. Alba [8] впровадили систему машинного навчання, яка автоматично ідентифікує некоректні позиції лучника та надає зворотний зв'язок на основі аналізу його постави. Використовуючи нейромережу для аналізу зображень спортсменів у момент випуску стріли, система визначає положення суглобів тіла, виявляючи потенційні помилки, такі як порушення сагітальної площини хребта, підняття тягнучого ліктя, неправильне захоплення тятиви пальцями та ін.



**Рис. 2. Інтелектуальна система, що автоматично виявляє неправильні позиції тіла лучника [8]**

У іншому схожому дослідженні науковці [25] зосередилися на створенні моделі кількісного аналізу результативності лучників, яка оцінює послідовність постави шляхом виявлення ключових точок на тілі спортсмена. Модель аналізує кут з'єднання між правим плечем, правим ліктем і лівим зап'ястком під час різних фаз пострілу, таких як стійка наготові, розтяг лука, уклад до підборіддя, тяга, прицілювання та збереження пози. Ця модель дає змогу зрозуміти біомеханічний рух під час пострілу і його вплив на точність стрільби, що є важливим кроком до більш об'єктивного та точного аналізу техніки спортсменів.

Z. Ahmad та ін. [10] запропонували групі стрільців здійснити серію пострілів на силовій пластині, а високошвидкісна відеокамера фіксувала швидкість стріли, положення тіла та кут ліктя. Ці параметри співвідносилися з точністю влучань у мішень та правильністю відтворення пострілу, щоб визначити оптимальну техніку виконання стрільби. Результати дали змогу встановити оптимальні кути лінії натягування лука, активність м'язів під час пострілу, баланс та точність прицілювання, що може значно допомогти як тренерам, так і спортсменам у вдосконаленні техніки стрільби.

У іншому дослідженні [11] перевірялася можливість використання тривимірного датчика прискорення та поєднання рухових образів для встановлення системи зворотного зв'язку щодо реалізації пострілу з лука. Аналізуючи тривалість та діапазон руху тягнутої руки під час пострілу показав кореляцію з досягнутими результатами, встановлено, що менша тривалість руху руки, яка випускає стрілу, та впровадження розумових тренувань веде до кращих результатів, що підкреслює важливість аналізу цих параметрів під час тренувань.

У схожій праці група малайзійських фахівців [26] зосередилася на вимірюванні інших важливих фізіологічних показників, таких як м'язова активність та частота серцевих скорочень, використовуючи інерційні одиниці вимірювання. Учасники виконували стрільбу, утримуючи лук у двох різних позиціях рівноваги, під час яких реєструвалися скорочення м'язів згиначів та розгиначів пальців, а також частота серцевих скорочень. Дослідження показало, що інерційні датчики надійно вимірюють ці фізіологічні параметри, хоча спостерігалася певна варіабельність частоти серцевих скорочень під час виконання рухів.

В останні роки технології віртуальної та доповненої реальності стають усе більш поширеними в різних сферах життя, зокрема і в спорті. У стрілецьких видах спорту ці інноваційні технології (рис. 3) відкривають нові можливості для тренувань та підвищення точності [4].



**Рис. 3. Тренувальна імітація стрільби з лука на основі віртуальної реальності [4]**

Віртуальна реальність дає змогу спортсменам відтворювати реалістичні сценарії стрільби без необхідності перебувати на справжньому стрільбищі, що значно полегшує підготовку та дає змогу оптимізувати навчальні процеси [5]. Китайський учений K. Zhang у своєму дослідженні [27]

свідчить про те, що технологія віртуальної реальності значно підвищує мотивацію учнів, покращує їхні можливості саморегуляції та є ефективним інструментом для вдосконалення навчання у стрілецьких видах спорту. Ці технології використовують для моделювання складних рухових завдань. Упроваджуючи різні види тренінгів у віртуальній реальності, забезпечується безпечно та ефективно середовище для відпрацювання ключових аспектів пострілу, таких як точність і хронометраж [28]. Вони також використовуються у поєднанні з кінематичним відстеженням і електроенцефалографією для навчання руховим дій під час імітації стрільби [29].

Доповнена реальність, своєю чергою, може забезпечити миттєвий аналіз рухів, точність прицілювання та зворотний зв'язок у режимі реального часу, що сприяє поліпшенню техніки стрільби та швидшій адаптації до різних умов. Особлива увага приділена у стрільбі з лука, де доповнена реальність використовується для забезпечення стабільності та точності пострілів. У ході дослідження вчені [30] розробили систему доповненої реальності, яка повідомляє спортсмену, чи він знаходиться в правильній Т-подібній стійці під час випуску стріли. Механізм реалізації цієї віртуальної системи здійснюється за рахунок використання трьох камер для моніторингу та обробки даних у реальному часі, а смарт-окуляри слугують інтерфейсом для передачі інформації про положення тіла спортсмена.

**Висновки.** У сучасному спортивному середовищі інформаційні технології відіграють вирішальну роль у підвищенні ефективності тренувального процесу та покращенні результативності спортсменів. Упровадження комп'ютерного моделювання, програм для аналізу даних, а також різноманітних технологічних рішень, таких як оптико-електронні системи, віртуальна та доповнена реальність, значно розширюють можливості спортивної підготовки. У стрілецькому спорті ці інновації забезпечують детальний моніторинг кожного етапу виконання пострілу, даючи змогу спортсменам та тренерам аналізувати ключові показники та коригувати техніку в реальному часі. Розвиток інструментів на основі штучного інтелекту, машинного навчання та комп'ютерного зору відкриває нові горизонти для оптимізації тренувань, підвищуючи точність та індивідуалізацію підготовки. Таким чином, інтеграція інформаційних технологій у спортивні процеси є одним із ключових чинників підвищення результативності спортсменів та їхньої конкурентоспроможності на змаганнях найвищого рівня. Подальші дослідження в напрямі впровадження інформаційних технологій у стрілецьких видах спорту можуть бути зосереджені на впровадженні інформаційно-аналітичних систем на прикладі Mantis Shooting System X8 із метою індивідуалізації тренувального процесу, що допомагатимуть стрільцям удосконалювати техніку в умовах реального часу.

### Список використаних джерел

1. Zanevskyy I, Korostylova Y, Mykhaylov V. Accuracy of SCATT optoelectronic shooting system. Proc Inst Mech Eng P [Інтернет]. 6 черв. 2014 [цитовано 17 верес. 2024];228(4):270-5. <https://doi.org/10.1177/1754337114536554>
2. Serban C, Tifrea C. The importance of using electronic system for preparation shooters scatt the usb versions, used by athletes who practice sport shooting, sample air rifle 10 m. У: eLSE 2016 [Інтернет]; 22-23 квіт. 2016; Bucharest, RO. [місце невідоме]: Carol I National Defence University Publishing House; 2016 [цитовано 16 верес. 2024]. <https://doi.org/10.12753/2066-026x-16-235>
3. Lang D, Zhou A. Determinants of shooting performance in elite air rifle shooters. Sports Biomech [Інтернет]. 27 берез. 2022 [цитовано 16 верес. 2024];1-11. <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2055627>
4. Purnomo FA, Purnawati M, Pratisto EH. Archery Training Simulation based on Virtual Reality. У: 2022 International Conference on Smart Technology, Applied Informatics, and Engineering (APICS) [Інтернет]; 23-24 серп. 2022; Surakarta, Indonesia. [місце невідоме]: IEEE; 2022 [цитовано 17 верес. 2024]. <https://doi.org/10.1109/apics56469.2022.9918716>
5. Grech MC, Sacco O. Analysing Mobile VR Games for Learning a Sport: A Pistol Target Shooting VR Game Use Case. У: FDG '20: International Conference on the Foundations of Digital Games [Інтернет]; Bugibba Malta. New York, NY, USA: ACM; 2020 [цитовано 17 верес. 2024]. <https://doi.org/10.1145/3402942.3409791>
6. Taha Z, Mat-Jizat JA, Abdullah MA, Musa RM, Abdullah MR, Ibrahim MF, Shaharudin MA. Integrated multi sensors and camera video sequence application for performance monitoring in archery. IOP Conf Ser [Інтернет]. Берез. 2018 [цитовано 17 верес. 2024];319:012017. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/319/1/012017>
7. Zhao Y, Salunke S, Leavitt A. E-archery: Prototype wearable for analyzing archery release. У: UbiComp '16: The 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing [Інтернет]; Heidelberg Germany. New York, NY, USA: ACM; 2016 [цитовано 17 верес. 2024]. С. 908-13. <https://doi.org/10.1145/2968219.2968577>
8. Cintrano C, Ferrer J, Alba E. Communications in Computer and Information Science [Інтернет]. Cham: Springer International Publishing; 2020. Intelligent System for the Reduction of Injuries in Archery; [цитовано 17 верес. 2024]. С. 128-37. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-41913-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-41913-4_11)

9. Lopatiev A, Pityn M, Demichkovskiy A. Basic Definitions and Concepts of Systems Approach, Mathematical Modeling and Information Technologies in Sports Science. *Teor Ta Metod Fizicnogo Vihovanna* [Інтернет]. 30 верес. 2017 [цитовано 16 верес. 2024];17(3):117–25. <https://doi.org/10.17309/tmfv.2017.3.1196>
10. Ahmad Z, Taha Z, Hassan HA, Hisham MA, Johari NH, Kadirgama K. Biomechanics Measurements in Archery. *J MECH ENG SCI* [Інтернет]. 30 черв. 2014 [цитовано 17 верес. 2024];6:762–71. <https://doi.org/10.15282/jmes.6.2014.4.0074>
11. Gmamdya H, Souissi MA, Bougrine H, Baaziz M, Noomen Guelmami, Majdi B, Robin N, Bali N. The Positive Impact of Combining Motor Imagery, Action Observation and Coach's Feedback on Archery Accuracy of Young Athletes. *Percept Mot Ski* [Інтернет]. 1 верес. 2023 [цитовано 16 верес. 2024]. <https://doi.org/10.1177/00315125231193218>
12. Lang Q. Research on the Integration of Computer Technology and Physical Education and Training Integrating Computer Algorithms. *У: 2020 International Conference on Computer Information and Big Data Applications (CIBDA)* [Інтернет]; 17–19 квіт. 2020; Guiyang, China. [місце невідоме]: IEEE; 2020 [цитовано 16 верес. 2024]. <https://doi.org/10.1109/cibda50819.2020.00105>
13. Reyaz N, Ahamad G, Naseem M, Ali J, Rahmani KI. Information communication and technology in sports: a meticulous review. *Front Sports Act Living* [Інтернет]. 3 лип. 2023 [цитовано 16 верес. 2024];5. <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1199333>
14. Blobel T, Rumo M, Lames M. Sports Information Systems: A systematic review. *Int J Comput Sci Sport* [Інтернет]. 1 січ. 2021 [цитовано 16 верес. 2024];20(1):1–22. <https://doi.org/10.2478/ijcss-2021-0001>
15. П'ятничук ДВ, П'ятничук ГО. Сучасні інформаційні технології, які вплинули на прогрес у спортивній діяльності. *У: physical culture and sports in the educational space: innovations and development prospects* [Інтернет]. [місце невідоме]: Baltija Publishing; 2021 [цитовано 17 верес. 2024]. <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-044-5-37>
16. Демічковський А. Особливості застосування електронно-технічних систем у стрілецькому спорті. *У: Моделювання та інформаційні технології у фізичному вихованні і спорті*; 19 верес. 2023; Берегове, Україна. Львів: ЛДУФК. ім. Івана Боберського; 2023. С. 53–56.
17. Morais RA, Rezende AR, Nasceves RS. Development of a Software for Coaching of Paralympic Sport Shooting. *У: 2015 12th Latin American Robotics Symposium (LARS) and 2015 3rd Brazilian Symposium on Robotics (SBR)* [Інтернет]; 29–31 жовт. 2015; Uberlandia. [місце невідоме]: IEEE; 2015 [цитовано 16 верес. 2024]. <https://doi.org/10.1109/lars-sbr.2015.29>
18. Mohammed HR, Mustafa KH, Mohamed MA, Watany AM, Mohamed MM, Fayad Y. A High Performance Shooting Simulator Independent of a Laser-Beam. *У: 2023 International Telecommunications Conference (ITC-Egypt)* [Інтернет]; 18–20 лип. 2023; Alexandria, Egypt. [місце невідоме]: IEEE; 2023 [цитовано 16 верес. 2024]. <https://doi.org/10.1109/itc-egypt58155.2023.10206386>
19. Patricio C, Magaly Margarita NR, Wilbert AC, Manolo PC. Optical system for evaluation of virtual firearms shooting training simulators, based on computer vision. *У: 2022 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* [Інтернет]; 22–25 черв. 2022; Madrid, Spain. [місце невідоме]: IEEE; 2022 [цитовано 16 верес. 2024]. <https://doi.org/10.23919/cisti54924.2022.9820175>
20. Koshiha H, Matsumoto S, Iizuka Y. A Video Analyzing Method for Competitive Rifle Shooting. *У: 2020 9th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)* [Інтернет]; 1–15 верес. 2020; Kitakyushu, Japan. [місце невідоме]: IEEE; 2020 [цитовано 16 верес. 2024]. <https://doi.org/10.1109/iiiai-aaai50415.2020.00158>
21. Phang JT, Chiam DH, Lim KH, Lease BA. Two-Stage Computer Vision Assisted Automatic Archery Scoreboard Scoring System. *У: TENCON 2023 - 2023 IEEE Region 10 Conference (TENCON)* [Інтернет]; 31 жовт. – 3 листоп. 2023; Chiang Mai, Thailand. [місце невідоме]: IEEE; 2023 [цитовано 17 верес. 2024]. <https://doi.org/10.1109/tencon58879.2023.10322363>
22. MonLópez D, Tejero-González CM. Validity and reliability of the TargetScan ISSF Pistol & Rifle application for measuring shooting performance. *Scand J Med Amp Sci Sports* [Інтернет]. 31 лип. 2019 [цитовано 16 верес. 2024];29(11):1707–12. <https://doi.org/10.1111/sms.13515>
23. Грибовський Р. Методика удосконалення технічної підготовки спортсменів у стендовій стрільбі. *Науковий часопис НПУ ім М.П. Драгоманова*. 2016;(4):14–8.
24. Ben Ali B, Taktak H, Fraj C, Oueslati O, Dugas E. A Zigbee-based System for Simulating, Training and Measuring Visual Reaction Time in Shotgun Sport. *У: 2019 International Conference in Engineering Applications (ICEA)* [Інтернет]; 8–11 лип. 2019; Sao Miguel, Portugal. [місце невідоме]: IEEE; 2019 [цитовано 16 верес. 2024]. <https://doi.org/10.1109/ceap.2019.8883474>
25. Chiam DH, Phang JT, Lim KH, Lease BA. Study of Archery Shooting Phases using Joint Angle Profile. *У: 2023 International Conference on Digital Applications, Transformation & Economy (ICDATE)* [Інтернет]; 14–16 лип. 2023; Miri, Sarawak, Malaysia. [місце невідоме]: IEEE; 2023 [цитовано 16 верес. 2024]. <https://doi.org/10.1109/icdate58146.2023.10248617>
26. Taha Z, Muazu Musa R, Razali Abdullah M, Azrai Mohd Razman M, Ming Lee C, Azizi Adnan F, Amirul Abdullah M, Haque M. The Application of Inertial Measurement Units and Wearable Sensors to Measure Selected Physiological Indicators in Archery. *Asian J Pharm Res Health Care* [Інтернет]. 10 квіт. 2017 [цитовано 16 верес. 2024];9(2):85. <https://doi.org/10.18311/ajprhc/2017/11046>
27. Zhang K. Advances in Intelligent Systems and Computing [Інтернет]. Cham: Springer International Publishing; 2020. Application of VR Technology in Teaching Archery; [цитовано 16 верес. 2024]; с. 752–7. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-62743-0\\_107](https://doi.org/10.1007/978-3-030-62743-0_107)



28. Harvey C, Selmanovic E, O'Connor J, Chahin M. Validity of Virtual Reality Training for Motor Skill Development in a Serious Game. Y: 2018 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games) [Інтернет]; 5–7 верес. 2018; Wurzburg. [місце невідоме]: IEEE; 2018 [цитовано 16 верес. 2024]. <https://doi.org/10.1109/vs-games.2018.8493447>
29. Clements JM, Kopper R, Zielinski DJ, Rao H, Sommer MA, Kirsch E, Mainsah BO, Collins LM, Appelbaum LG. Neurophysiology of Visual-Motor Learning During a Simulated Marksmanship Task in Immersive Virtual Reality. Y: 2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR) [Інтернет]; 18–22 берез. 2018; Tuebingen/Reutlingen, Germany. [місце невідоме]: IEEE; 2018 [цитовано 16 верес. 2024]. <https://doi.org/10.1109/vr.2018.8446068>
30. Bozyer Z. Augmented Reality in Sports: Today and Tomorrow. *Int J Sci Cult Sport* [Інтернет]. 1 січ. 2015 [цитовано 16 верес. 2024];3(12):314. <https://doi.org/10.14486/ijscs392>

## References

- Zanevskyy I., Korostylova Y., Mykhaylov V. Accuracy of SCATT optoelectronic shooting system. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part P: Journal of Sports Engineering and Technology*. 2014. Vol. 228, no. 4. P. 270–275. URL: <https://doi.org/10.1177/1754337114536554> (date of access: 16.09.2024).
- Serban C., Tifrea C. The importance of using electronic system for preparation shooters scatt the usb versions, used by athletes who practice sport shooting, sample air rifle 10 m. *eLSE 2016*, Bucharest, RO, 22–23 April 2016. 2016. URL: <https://doi.org/10.12753/2066-026x-16-235> (date of access: 29.04.2024).
- Lang D., Zhou A. Determinants of shooting performance in elite air rifle shooters. *Sports Biomechanics*. 2022. P. 1–11. URL: <https://doi.org/10.1080/14763141.2022.2055627> (дата звернення: 14.06.2024).
- Purnomo F.A., Purnawati M., Pratisto E.H., Hidayat T.N. Archery Training Simulation based on Virtual Reality. *2022 International Conference on Smart Technology, Applied Informatics, and Engineering (APICS)*, Surakarta, Indonesia, 23–24 August 2022. 2022. URL: <https://doi.org/10.1109/apics56469.2022.9918716> (date of access: 17.09.2024).
- Grech M.C., Sacco O. Analysing Mobile VR Games for Learning a Sport: A Pistol Target Shooting VR Game Use Case. *FDG '20: International Conference on the Foundations of Digital Games, Bugibba Malta*. New York, NY, USA, 2020. URL: <https://doi.org/10.1145/3402942.3409791> (date of access: 16.09.2024).
- Taha Z., Mat-Jizat J.A., Abdullah M.A., Musa R.M., Abdullah M.R., Ibrahim M.F., Shaharudin M.A.H. Integrated multi sensors and camera video sequence application for performance monitoring in archery. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. 2018. T. 319. C. 012017. URL: <https://doi.org/10.1088/1757-899x/319/1/012017> (date of access: 09.06.2024).
- Zhao Y., Salunke S., Leavitt A., Curtin K., Huynh N., Zeagler C. E-archery: Prototype wearable for analyzing archery release. *UbiComp '16: The 2016 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing*, Heidelberg Germany. New York, NY, USA, 2016. P. 908–913. URL: <https://doi.org/10.1145/2968219.2968577> (date of access: 17.09.2024).
- Cintrano C., Ferrer J., Alba E. Intelligent System for the Reduction of Injuries in Archery. *Communications in Computer and Information Science*. Cham, 2020. P. 128–137. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-41913-4\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-030-41913-4_11) (date of access: 16.09.2024).
- Lopatiev A., Pityn M., Demichkovskiy A. Basic Definitions and Concepts of Systems Approach, Mathematical Modeling and Information Technologies in Sports Science. *Teoriâ ta Metodika Fizičnogo Vihovannâ*. 2017. T. 17, № 3. C. 117–125. URL: <https://doi.org/10.17309/tmfv.2017.3.1196>
- Ahmad Z., Taha Z., Hassan H.A., Hisham M.A., Johari N.H., Kadirgama K. Biomechanics measurements in archery. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences*. 2014. Vol. 6. P. 762–771. URL: <https://doi.org/10.15282/jmes.6.2014.4.0074> (date of access: 26.03.2024).
- Gmamdya H., Souissi M.A., Bougrine H., Baaziz M., Noomen Guelmami., Majdi B., Robin N., Bali N. The Positive Impact of Combining Motor Imagery, Action Observation and Coach's Feedback on Archery Accuracy of Young Athletes. *Perceptual and Motor Skills*. 2023. URL: <https://doi.org/10.1177/00315125231193218> (дата звернення: 28.05.2024).
- Lang Q. Research on the Integration of Computer Technology and Physical Education and Training Integrating Computer Algorithms. *2020 International Conference on Computer Information and Big Data Applications (CIBDA)*, Guiyang, China, 17–19 April 2020. 2020. URL: <https://doi.org/10.1109/cibda50819.2020.00105> (date of access: 29.04.2024).
- Reyaz N., Ahamad G., Naseem M., Javde A., Rahmani I.K. Information communication and technology in sports: a meticulous review. *Frontiers in Sports and Active Living*. 2023. T. 5. URL: <https://doi.org/10.3389/fspor.2023.1199333> (date of access: 07.05.2024).
- Blobel T., Rumo M., Lames M. Sports Information Systems: A systematic review. *International Journal of Computer Science in Sport*. 2021. Vol. 20, no. 1. P. 1–22. URL: <https://doi.org/10.2478/ijcss-2021-0001> (date of access: 07.05.2024).
- Piatnychuk D. V., Piatnychuk H. O. Modern information technologies that have influenced progress in sports activities. *Physical culture and sports in the educational space: innovations and development prospects*. 2021. URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-044-5-37> (date of access: 07.05.2024).
- Demichkovskiy A. Peculiarities of application of electronic and technical systems in shooting sports. *Modeling and information technologies in physical education and sports: materials of XVIII International. of science conf*. Berehove, September 19. 2023. Lviv, 2023. P. 53–56.

17. Morais R.A.F. d., Rezende A.R., Goncalves R.S. Development of a Software for Coaching of Paralympic Sport Shooting. *2015 12th Latin American Robotics Symposium (LARS) and 2015 3rd Brazilian Symposium on Robotics (SBR)*, Uberlandia, 29–31 October 2015. 2015. URL: <https://doi.org/10.1109/lars-sbr.2015.29> (date of access: 29.04.2024).
18. Mohammed H.R., Mustafa K.H., Mohamed M.A.K., Watany A.M., Mohamed M.M., Fayad Y. A High Performance Shooting Simulator Independent of a Laser-Beam. *2023 International Telecommunications Conference (ITC-Egypt)*, Alexandria, Egypt, 18–20 July 2023. 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/itc-egypt58155.2023.10206386> (date of access: 17.09.2024).
19. Patricio C., Magaly Margarita N.R., Wilbert A.-C., Manolo C.-P. Optical system for evaluation of virtual firearms shooting training simulators, based on computer vision. *2022 17th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*, Madrid, Spain, 22–25 June 2022. 2022. URL: <https://doi.org/10.23919/cisti54924.2022.9820175> (date of access: 12.05.2024).
20. Koshiba H., Matsumoto S., Iizuka Y. A Video Analyzing Method for Competitive Rifle Shooting. *2020 9th International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*, Kitakyushu, Japan, 1–15 September 2020. 2020. URL: <https://doi.org/10.1109/ii-ai50415.2020.00158> (date of access: 12.05.2024).
21. Phang J.T.S., Chiam D.H., Lim K.H., Lease B.A. Two-Stage Computer Vision Assisted Automatic Archery Scoreboard Scoring System. *TENCON 2023 - 2023 IEEE Region 10 Conference (TENCON)*, Chiang Mai, Thailand, 31 October – 3 November 2023. 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/tencon58879.2023.10322363> (date of access: 16.09.2024).
22. MonLópez D., TejeroGonzález C.M. Validity and reliability of the TargetScan ISSF Pistol & Rifle application for measuring shooting performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. 2019. Vol. 29, no. 11. P. 1707–1712. URL: <https://doi.org/10.1111/sms.13515> (date of access: 29.04.2024).
23. Hrybovskiy R. Methods of improving the technical training of athletes in bench shooting. *Scientific journal of the NPU named after M.P. Drahomanov*. 2016. № 4. C. 14–18.
24. (36) Ben Ali B., Taktak H., Fraj C., Oueslati O., Dugas E. A Zigbee-based System for Simulating, Training and Measuring Visual Reaction Time in Shotgun Sport. *2019 International Conference in Engineering Applications (ICEA)*, Sao Miguel, Portugal, 8–11 July 2019. 2019. URL: <https://doi.org/10.1109/ceap.2019.8883474> (date of access: 10.05.2024).
25. Chiam D.H., Phang J.T.S., Lim K.H., Lease B.A. Study of Archery Shooting Phases using Joint Angle Profile. *2023 International Conference on Digital Applications, Transformation & Economy (ICDATE)*, Miri, Sarawak, Malaysia, 14–16 July 2023. 2023. URL: <https://doi.org/10.1109/icdate58146.2023.10248617> (date of access: 17.09.2024).
26. Taha Z., Muazu Musa R., Razali Abdullah M., Azrai Mohd Razman M., Ming Lee C., Azizi Adnan F., Amirul Abdullah M., Haque M. The Application of Inertial Measurement Units and Wearable Sensors to Measure Selected Physiological Indicators in Archery. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Health Care*. 2017. T. 9, № 2. C. 85. URL: <https://doi.org/10.18311/ajprhc/2017/11046> (date of access: 19.04.2024).
27. Zhang K. Application of VR Technology in Teaching Archery. *Advances in Intelligent Systems and Computing*. Cham, 2020. P. 752–757. URL: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-62743-0\\_107](https://doi.org/10.1007/978-3-030-62743-0_107) (date of access: 12.05.2024).
28. Harvey C., Selmanovic E., O'Connor J., Chahin M. Validity of Virtual Reality Training for Motor Skill Development in a Serious Game. *2018 10th International Conference on Virtual Worlds and Games for Serious Applications (VS-Games)*, Wurzburg, 5–7 September 2018. 2018. URL: <https://doi.org/10.1109/vs-games.2018.8493447> (date of access: 10.05.2024).
29. Clements J.M., Kopper R., Zielinski D.J., Rao H., Sommer M.A., Kirsch E., Mainsah B.O., Collins L.M., Appelbaum L.G. Neurophysiology of Visual-Motor Learning During a Simulated Marksmanship Task in Immersive Virtual Reality. *2018 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces (VR)*, Tuebingen/Reutlingen, Germany, 18–22 March 2018. 2018. URL: <https://doi.org/10.1109/vr.2018.8446068> (date of access: 10.05.2024).
30. Bozyer Z. Augmented Reality in Sports: Today and Tomorrow. *International Journal of Science Culture and Sport*. 2015. Vol. 3, no. 12. P. 314. URL: <https://doi.org/10.14486/ijscs392> (date of access: 12.05.2024).