

---

# БІОМЕХАНІЧНІ, ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОНСТРУКТОРСЬКІ РОЗРОБКИ У ФІЗИЧНОМУ ВИХОВАННІ ТА СПОРТІ

УДК 796.853.45

**Богдан Виноградський**

ORCID 0000-0002-4417-2811  
Researcher ID AAT-7936-2021  
Scopus-Author ID 56239795200

*Доктор наук з фізичного виховання та спорту, професор,  
завідувач кафедри стрільби та технічних видів спорту,  
Львівський державний університет фізичної культури імені Івана Боберського  
(Львів, Україна) E-mail: bovunograd@ukr.net*

**Олександр Калиніченко**

ORCID 0000-0001-9556-3727

*Кандидат педагогічних наук, доцент,  
доцент кафедри фізичного виховання, спорту і здоров'я,  
Львівський національний університет ветеринарної медицини  
та біотехнологій імені С.З. Гжицького  
(Львів, Україна) E-mail: kalinarch@gmail.com*

## СПОРТИВНЕ ЛУЧНИЦТВО: ЕВОЛЮЦІЯ МАТЕРІАЛЬНОЇ ЧАСТИНИ УПРОДОВЖ ХХ СТОЛІТТЯ

*Матеріальна частина відіграє важливу роль у досягненні високого спортивного результату практично у будь-якому виді спорту. Особливо це має значення у тих видах спорту, суть яких полягає у якісному володінні технічними засобами. До таких видів спорту належить стрільба з лука. Застосування технічно добре дібраної, якісної зброї та стріл є одним із найважливіших чинників формування спортивного результату. І хоча цей факт є незаперечним, практично відсутні наукові праці, які всебічно характеризують еволюцію матеріальної частини лучників упродовж ХХ століття, їх вплив на зміну спортивну техніку і спортивну результативність стрільців.*

***Метою наукового дослідження** є визначення тенденцій розвитку матеріальної частини лучників-спортсменів упродовж останніх ста років.*

***Методологія.** В основу способу досягнення мети роботи покладено аналіз наукової та методичної літератури, інтернет-сайтів міжнародних і національних федерацій зі стрільби з лука, що висвітлюють історію розвитку лучного спорту, розробки і удосконалення матеріальної частини у стрільбі з лука, історію фірм-виробників спортивної зброї для лучників. Застосовано періодизацію отриманої інформації, в також*

*історико-порівняльний, історико-системний та історико-типологічний методи її оброблення.*

**Наукова новизна.** У статті вперше надано систематизовану інформацію про еволюцію інвентаря, яким користувалися лучники упродовж XX століття. Охарактеризовано ключові інновації у стрільбі з лука, які безпосередньо вплинули на спортивну результативність лучників, а також на зміну варіантів використання технологічних прийомів у процесі виконання цілісного пострілу.

**Висновки.** Встановлено найважливішу хронологічну послідовність та етапи запровадження технологічних інновацій та удосконалення «матеріальної частини» лучників–спортсменів упродовж XX століття. Охарактеризовано вплив цих інновацій на розвиток спортивної стрільби з лука.

**Ключові слова:** стрільба з лука, біомеханічна система «лук–лучник», матеріальна частина, хронологія розвитку.

**Актуальність.** Пошук засобів підвищення результативності спортсменів був і залишається важливим у будь-якому виді спорту. Після втрати військового значення стрільба з лука продовжила існувати як вид спорту, а засоби покращення результативності набули дещо нових ознак та вийшли на новий рівень. Стрільбу з лука відносять до складнокоординаційних видів спорту, а у зв'язку з тим, що лучники користуються таким механічним пристроєм як лук, то його можна зарахувати і до технічних видів спорту. Подібна специфіка пояснює те, що підвищення результативності лучників–спортсменів відбувалось і продовжує стрибкоподібно відбуватися під впливом внесення змін у конструктивні особливості інвентарю, яким користується лучник, та завдяки принциповому удосконаленню виконання окремих елементів техніки. Актуальність статті полягає у тому, що аналіз еволюції згаданих чинників допоможе визначити аспекти пошуку майбутніх засобів підвищення результативності лучників. У представленій статті зроблено аналіз еволюції матеріальної частини лучників–спортсменів, яка відбувалась орієнтовно упродовж останніх ста років.

**Аналіз останніх досліджень та публікацій.** Питання спортивної зброї для лучників віддавна цікавили зарубіжних та українських вчених [1, 2, 18, 19, 24, 26]. Вже з кінця 30-тих років минулого століття проводилися різнонаправлені дослідження про механічні та балістичні характеристики лука та стріл [11, 14, 15]. Розроблялися математичні моделі пострілу з лука [7, 12, 17, 28, 29]. Такі дослідження продовжуються і по сьогодні [39, 40]. Західні спеціалісти перші почали використовували спеціалізоване діагностичне обладнання, передусім швидкісну фото та відеофіксацію пострілу з лука [6, 8, 13, 27, 35]. Однак як правило не застосовувався комплексний підхід до вивчення впливу якості матеріальної частини лучників на зміну спортивної техніки стрільців.

**Метою статті** є визначення тенденцій розвитку матеріальної частини лучників–спортсменів упродовж останніх ста років.

**Методи дослідження:** аналіз літературних джерел, системний підхід, опитування тренерів та і спортсменів, узагальнення, аналіз, синтез.

**Результати дослідження.** Стрільба з лука є унікальним видом діяльності, який супроводжує людину із праісторичної давнини. В Британській енциклопедії є згадка про те, що лук так само, як і винаходи колеса, вогню та писемності зараховують до найважливіших винаходів, що вплинули на сучасну цивілізацію [28, 32, 33, 38]. Стрільбу з лука разом із боротьбою зараховують до перших видів суспільної діяльності, що мали ознаки змагальності вже за кілька десятків тисяч років до нашої ери.

Першочерговим завданням підготовки спортсменів з будь-яких видів спорту є вдосконалення технологій, що сприяють поліпшенню їх результативності. Результативність у стрільбі з лука визначається влучністю. Не виникає сумніву, що влучність залежить і від якості зброї та обладнання, яким користується лучник, і від майстерності самого лучника. Тому цілком природно, що покращення якості луків і стріл та вдосконалення майстерності володіння ними не припинялося десятки тисяч років, оскільки від цього залежала доля народів і племен. Історичним прикладом підтвердження висловленого може бути завоювання ассирійцями, а за ним і персами величезних територій після винайдення ними технологій виготовлення композитних луків із вигнутими плечами та їх застосування у війнах.

Активізація пошуку засобів підвищення результативності лучників відбулася після введення стрільби з лука до програми других Олімпійських ігор сучасності у 1900 році в Парижі. Цю подію можна визначити як один із найважливіших моментів сучасного лучництва у світі. Але цій події передувало проведення змагань лучників ще зі середини XIX століття в країнах Європи й Америки. В літературних джерелах іноді зазначають, що перші спортивні змагання лучників відбулись у місті Йорк (Англія) у 1844 році. Тому моду на техніку спортивної стрільби з лука у ті роки диктували лучники англомовних країн та їх споконвічні опоненти – лучники франкомовних країн, які ще у XIX столітті організовували змагання з використанням класичних так званих англійських довгих луків, що виготовлялись із суцільних частин дерева.

Усі вдосконалення матеріальної частини лучників-спортсменів умовно можна поділити на ті, що стосуються поліпшень суто балістичних і металевих властивостей луків та стріл, і на ті, що сприяють покращенням якості виконання окремих елементів техніки лучника й, зокрема, якості попереднього наведення системи «лучник – лук» у мішень.

Металеві властивості лука багато в чому залежать від показників корисної дії лука. Чим вони кращі у певного лука, тим більшою є вірогідність того, що лучник, який користується таким луком, досягне кращих результатів. Пояснюється це, зокрема, тим, що при стрільбі з луків, які мають кращі показники корисної дії, час перебування стріл у льоті – від моменту пострілу до влучання у ціль – буде меншим, і тому меншим є вплив вітру; меншим буде і негативне відображення помилок відхилення лука у вертикальній площині – так зване «звалювання» зброї тощо.

Головна особливість і одночасно складність удосконалення обладнання, яким користуються лучники, полягає у тому, що цілісний постріл доцільно розглядати, використовуючи біомеханічний аналіз системи «лучник – зброя», яка складається з механічних компонентів «лук і стріла» та біологічної компоненти – людини. Варто звернути увагу на те, що наявність у цій системі біологічної компоненти настільки ускладнює завдання розробки відповідної математичної моделі процесу стрільби з лука, що навіть урахувавши сучасні наукові знання про організм людини і маючи у користуванні комп'ютерну техніку, вчені не змогли досягти необхідної точності функціонування цієї моделі – «лук – лучник». Це частково пояснює безперервність емпіричного удосконалення спортивних і мисливських луків та стріл, а разом з цим і спортивної техніки стрільби, а також інших аксесуарів, що сприяє поліпшенню влучності лучника.

Вище підкреслено, що стрибок у розвитку матеріальної частини безпосередньо відображається не тільки на змагальній результативності, але й на зміні технічних прийомів і дій у стрільбі з лука (термін *технологічні прийоми* слід розуміти як сукупність рухових дій та маніпуляцій, що забезпечують найбільш ефективне вирішення завдань у стрільбі). Ми запропонували хронологію знакових інновацій матеріальної частини спортсменів-лучників, які були запроваджені у ХХ столітті

Таблиця 1

#### Хронологічна таблиця інновацій матеріальної частини у стрільбі з лука упродовж ХХ століття

№	Рік або орієнтовний час	Короткий опис інновацій матеріальної частини сучасного лучника
1	1900	Користування дерев'яними луками типу «longbow» і дерев'яними стрілами на перших сучасних Олімпійських іграх.
2	З 1920-х	Початок виготовлення дерев'яних луків з вигнутими плечима.
3	Від 1920 р.	Епізодичні спроби використання прицілу на руків'ї лука для наведення лука способом «візування». Згодом на застосування прицілів буде заборонено чинними правилами.
4	1922	Утворена компанія Easton Archery (США), яка на довгі роки стала лідером виготовлення якісних стріл у світі і залишається ним і досі.
5	1933	Початок виробництва шведських розбірних сталевих луків Seefab з плечима вигнутої форми (винахідник Генрі К'еллсон, моделі: tiger, diana, centaur). Популярність цих луків у всьому світі тривала майже 25 років.
6	1937	Початок користування «класичними» у сучасному розумінні прицілами на змаганнях. До їх масового застосування мине ще понад 20 років.
7	1939	Компанія Easton Archery започаткувала виготовлення алюмінієвих стріл, а в 1941 році Ларрі Хьюз, користуючись ними, посів 2 місце на чемпіонаті США.
8	1942	Заснування фірми Hoyt Archery Co (США), яка стала лідером виготовлення якісних луків у світі.
9	1946	Початок виготовлення алюмінієвих стріл під торговою маркою Easton «24 SRT-X».
10	1949	Пристрій на тятиві у формі гудзика для додаткового контролю одноманітності відстані від зниці ока до стріли. При цьому, за правилами ФІТА, розмір гудзика біля губ не мав бути більшим ніж 10 мм.
11	Від 1950-х років	Початок масового виготовляти плечей луків вигнутої форми зі склопластику.
12	1951	Макс Гамільтон (США) запропонував використовувати пластикові пера «Plastiflech» замість пер індики.
13	1953	Початок продажу перших розбірних луків з вигнутими плечима фірми

№	Рік або орієнтовний час	Короткий опис інновацій матеріальної частини сучасного лучника
		«Bear».
14	1955	Fred Leder (США) запропонував використовувати пристрій клікер для контролю одноманітності величини натягування лука. Проте цим пристроєм почнуть користуватись майже усі лучники дивізіону «лук олімпійський» лише за деякий час.
15	1956	Компанія Hoyt Archery Co почала виготовляти луки з руків'ями, де передбачене місце упору для руки у вигляді «пістолетної форми». Одночасно з початком надання руків'ям лука відповідної форми лучники почали масово використовувати ремінці у різних варіантах для контролю утримання лука після пострілу. Окрім цього, спортсмени поступово почали відмовлятися від утримання лука прийомом «білий кулак» та переходити на упирання в лук способом «розслаблений упор».
16	1958	Фірма Easton почала еру продажу відомих стріл під торговою маркою XX75.
17	1961	Фірма Hoyt представила стабілізатори крутного моменту, що кріпились на луках
18	3 1960-х	Лучники різних країн почали масово користуватися пристроєм «плунжер» для налаштування польоту стріл
19	1966	Фірма Easton розробила стріли Х7, які набули всесвітньої популярності
20	1969	Холлесс Уілбур Аллен (США) запатентував блоковий лук.
21	3 1970-х	У різних країнах світу почали масово виготовляти розбірні луки з руків'ями зі сплавів легких металів і зі вставними склопластиковими плечима вигнутої форми фірм Hoyt, Yamaha, GreenHorn, Wing, PSE, Nishizawa, Stylist, Bernardini, Browning, Carbofast тощо.
22	3 1970-х	Початок використання синтетичних ниток, зокрема, лавсану, дакрону, кевлару, бектрану, спектра, фастфлайта, диніма для виготовлення тятив.
23	3 1970-х	Початок використання висувних прицілів, які виробляли різні фірмами в різних країнах світу
24	1971	Енді Рімо запропонував полічку для стріл, типу «Flipper». Невдовзі полічки подібного типу набули масового використання і почали продукуватися в різних країнах.
25	1971	Піт Шеплі створює компанію PSE з виготовлення луків.
26	1971	Під торговою маркою FlexFletch почалося виробництво та використання пер для стріл із м'якого пластику.
27	1976	Даррел Пейс, чемпіон Олімпійських ігор 1976 року, вперше використав стабілізатори V-подібної форми.
28	1983	Фірма Veman (Франція) розпочала виготовлення стріл із композитних матеріалів, де особливе місце займав карбон.
29	3 1980-х	Матеріал карбон набув широкого використання при виготовленні амортизаторів, прицілів, продовжувачів, трійників та руків'я лука.
30	1987	Фірма Easton започаткувала виробництво стріл під торговою маркою А/С/Е діжкоподібної форми з використанням композитних матеріалів зі сплавів алюмінію та нашаруваннями карбону.
31	1995	Компанія Range-O-Matic запатентувала та розпочала виробництво надлегких гвинтоподібних пер до карбонових стріл під торговою маркою SpinWing
32	1996	Компанія Easton почала виготовляти стріли покращеної якості під торговою маркою Х10.
33	3 2000-х років	Розробка та початок виробництва інноваційних моделей плечей до лука, які мають багатшарову структуру: пластини карбону або кевлару чергуються з синтетичною піною на основі газонаповнених пластиків і полімерною матрицею з композицій у вигляді порожнистих скляних або керамічних кульок.

Ретроспективний аналіз виявив, що зростання результативності в сучасній стрільбі з лука, як і в багатьох інших видах спорту, часто має характер не поступового розвитку, а стрибкоподібних прискорень, які відбуваються після введення матеріальних інновацій, зокрема у зброї та аксесуарах.

Встановлено, що розробка і застосування нових типів спортивної зброї зумовлює застосування нових технічних прийомів і, як правило, зростання спортивної конкуренції та результативності.

До найвагоміших інновацій матеріальної частини лучників, які ми визначили як ключові, що стали основою для інших винахідницьких і раціоналізаторських ідей та які найсуттєвіше вплинули на підвищення результативності лучників у ХХ столітті слід зарахувати:

- розробка та виробництво луків, плечі яких мають вигнуту форму;
- застосування стріл, виготовлених зі сплавів алюмінію, а згодом із використанням композитних матеріалів, зокрема «карбону»;
- запровадження клікера для контролю величини натягу лука;
- застосування виносного прицілу;
- винайдення і використання блокового лука.

**Дискусія.** Під час дослідження складних процесів виконання пострілу у стрільбі з лука дослідники, як правило, користуються засобами моделювання і виділяють дві підсистеми у системі «лучник–лук» [9, 18, 22]. Цими двома підсистемами є механічна підсистема «лук–стріла» та біологічна підсистема – «лучник». Тому вагомі інновації у стрільбі з лука, а також позитивні прояви їх впровадження доцільно розділити на такі, які стосуються матеріального поступу й такі, які змінюють і покращують спортивну техніку виконання пострілу з лука, що характеризується ефективністю, надійністю та економічністю [1, 2, 34, 37]. Очевидно, що процес удосконалення біологічної підсистеми передбачає й інші компоненти, зокрема нові варіанти виконання визначених елементів спортивної техніки, впровадження досконаліших засобів відновлення, ефективніших методів та засобів тренування тощо [3, 4, 36, 37].

Автори звертають свою увагу у наукових дослідженнях або на одну таку підсистему або другу. При цьому в про другу виконано велику кількість досліджень, що описують внутрішні та зовнішні процеси спеціалізованих і неспеціалізованих рухових дій під час виконання пострілу [2, 21, 36]. Також достатньо багато у вільному доступі є наукових праць про процес спеціальної підготовки висококваліфікованих лучників і лучників-початківців [1, 21, 34]. Водночас дослідники не торкаються питань матеріально-технічного забезпечення і не враховують етап розвитку лучного спорту, зокрема, упродовж ХХ століття. Зокрема значна частина таких матеріалів мають рекламний характер про стріли і луки, тягиви, приціли, ознайомлюють із загальними технічними характеристиками виробів, однак в них практично відсутні наукові розвідки про вплив тих чи інших матеріальних нововведень на якісні та кількісні біомеханічні параметри виконання пострілу з лука. Тому існує потреба прослідкувати еволюцію і застосування винайдених новітніх матеріалів, способів їх обробки, принципово нових конструкцій тощо. А оскільки ці дві підсистеми є пов'язаними між собою та впливають одна на одну, то необхідно окреслити вплив виявлених змін у першій компоненті на другу і навпаки.

До найважливіших стрілецьких умінь належить прицілювання. Тому насамперед варто прослідкувати зміни засобів і способів прицілювання у стрільбі з лука упродовж ХХ століття. На початку століття процес прицілювання під час використання класичного спортивного лука, був так званим «інтуїтивним». Спортсмени використовували передусім якісь орієнтири довкілля.

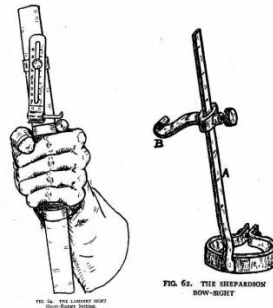
Із плином часу (до середини століття) до найвагомішого чинника, який суттєво вплинув на формування поглядів щодо техніки лучників-спортсменів і котрий на тривалий час визначив напрями розробки й удосконалення обладнання, стало розповсюдження способу прицілювання «візуванням» (наведенням оптичного або кутомірного приладу на точку), тобто розташуванням на одній прямій лінії зіниці ока, цілика (або першої частини прицілу), мушки (або другої частини прицілу) та точки прицілювання. Такий спосіб вже був добре відомим на початку минулого століття, бо ним успішно користувалися лише стрільці з вогнепальної зброї, а задовго то цього й арбалетники [28, 32, 33, 37].

У першій третині минулого століття «перехідним» варіантом прицілювання була спроба застосування кута підвищення лука з використанням переднього кінчика стріли. В 1920-х роках, при користуванні ще довгими луками деякі лучники використовували приціли конструкції Шепардсона та Ламберта [3, 21, 23] (рис. 1).

Перешкоджала широкому розповсюдженню подібних прицілів заборона використовувати на руках, стрілах і спортивних луках будь-яких позначок чи міток для прицілювання, про що зазначалося у перших тогочасних правилах змагань. І лише у 1937 році цю заборону було вилучено з правил і лучники вперше отримали право використовувати вже звичні у сучасному розумінні приціли (у вигляді мушки, яку можна переміщати у двох площинах і яка розміщена безпосередньо на руків'ї лука).

Однак до масового використання таких простих прицілів пройшло ще близько 20 років. Тільки вагоме зростання змагальної результативності спортсменів, які практикували спосіб прицілювання «візуванням» допровадило до їх безальтернативного застосування та подальшого удосконалення усіма спортсменами–лучниками. Зміна способу прицілювання була зовнішньо мало помітна, однак суттєво змінювалася внутрішня координаційна структура рухових дій лучника. Основна відмінність полягає у тому, що стрілець приймає рішення на виконання пострілу лише після визначення моменту максимально

точного розташування на одній лінії зіниці ока, щілика (у стрільбі з лука постійною точкою фіксації руки під нижньою щелепою), мушки та точки прицілювання. Спосіб прицілювання «візуванням» постійно вдосконалювався, дійшовши до визнаного сьогодні стандарту, а також і до нових технічних рішень – розробки і застосування складних прицілів, розміщених далеко попереду руків'я лука на висувній планці [21, 36].



**Рис. 1. Приціли Шепардсона та Ламберта, якими користувалися під час стрільби з довгих луків у 1920-х роках**

Одночасно з підвищенням якості наведення лука у ціль та зростанням результативності цей спосіб зумовив потребу поліпшення статичної стійкості підсистеми «лучник – лук» шляхом запровадження спеціалізованих механічних пристроїв на луці. Так з'явилися стабілізатори крутного моменту, які монтують на руків'ї зброї лучника. Зростання щільності спортивних результатів лучників спонукали потребу оптимізації налаштування лука і стріл до індивідуальних характеристик спортсмена. З'явилися клікер, плунжур, нові матеріали для виготовлення тятиви тощо [34, 36, 37].

Однак спосіб прицілювання «візуванням» змінив вимоги до визначення моменту прийняття рішення на реалізацію власне пострілу, тобто виконання випуску тятиви. За таких умов наближення мушки прицілу у район прицілювання окремі лучники сприймали як умовний сигнал до неконтрольованого випуску тятиви та виникнення небажаного явища – «паніка мішені».

З наведеного робимо висновок, що запровадження способу прицілювання «візуванням» активізувало пошук технічних і технологічних прийомів забезпечення максимально можливої якості наведення системи «лучник–лук» у ціль та розробку засобів зменшення умов виникнення таких негативних явищ як «паніка мішені». Нові завдання виявились настільки важливими та складними, що пошук технологічних прийомів для їх вирішення триває й досі.

**Висновок.** Встановлено найважливішу хронологічну послідовність та етапи запровадження технологічних інновацій та удосконалення «матеріальної частини» лучників–спортсменів упродовж ХХ століття. Охарактеризовано вплив цих інновацій на розвиток спортивної стрільби з лука.

Аналіз еволюції матеріальної частини, якою користувалися лучники упродовж ХХ століття показав, що окрім вдосконалень, що здійснювались для поліпшення металевих і балістичних параметрів луків та стріл, переважну більшість інновацій було здійснено під впливом запровадження способу прицілювання «візуванням».

Удосконалення матеріальної частини лучників, що була зроблена у ХХ столітті для адаптації до стрільби стилем «візування» умовно можна поділити на дві групи за їх внутрішньою природою. До першої групи можна зарахувати вдосконалення конструкцій луків та обладнання лучників для забезпечення максимально точного наведення системи «лучник–лук» у мішень, до другої групи – технологічні прийоми, завданнями яких є розв'язання та профілактика явища – «паніка мішені».

## References

1. Виноградський Б. А. Моделювання складних біомеханічних систем і його реалізація в спорті. Львів: ЗУКЦ, 2007. 284 с.  
Vynogradskyi, B. A. (2007). Modeliuvannia skladnykh biomekhanichnykh system i yoho realizatsiia v sporti [Modeling of complex biomechanical systems and its implementation in sports]. Lviv, Ukraine: ZUKTs [in Ukrainian].
2. Виноградський Б. А. Спортивна стрільба з лука: основи й удосконалення спеціальної підготовки. Львів: ЛДУФК, 2012. 306с.  
Vynogradskyi, B. A. (2012). Sportyvna strilba z luka: osnovy y udoskonalennia spetsialnoi pidhotovlenosti [Archery: basics and improvement of special training]. Lviv, Ukraine: LSUFC [in Ukrainian].
3. Andrew J. Callaway, Johanna Wiedlack & Mario Heller (2017) Identification of temporal factors related to shot performance for indoor recurve archery, Journal of Sports Sciences, 35:12, 1142-1147, DOI: 10.1080/02640414.2016.1211730
4. Cevdet Tinazci. (2011) Shooting dynamics in archery: A multidimensional analysis from drawing to

- releasing in male archers. *Procedia Engineering* 13, 290–296.
5. Cheng-Hao Quan, Zia Mohy-Ud-Din, Sangmin Lee. (2017) Analysis of Shooting Consistency in Archers: A Dynamic Time Warping Algorithm-Based Approach. *Journal of Sensors* 2017, 1–6.
  6. D. Simsek, A.O. Cerrah, H. Ertan, A.R. Soylu. (2019) A comparison of the ground reaction forces of archers with different levels of expertise during the arrow shooting. *Science & Sports* 34:2, 137–145.
  7. Eleonora Vendrame, Valeria Belluscio, Luigi Truppa, Lorenzo Rum, Aldo Lazich, Elena Bergamini & Andrea Mannini (2022) Performance assessment in archery: a systematic review, *Sports Biomechanics*, DOI: 10.1080/14763141.2022.2049357
  8. H Ertan, B Kentel, S.T Tümer, F Korkusuz. (2003) Activation patterns in forearm muscles during archery shooting. *Human Movement Science* 22:1, 37–45.
  9. H. Ertan, A.R. Soylu, F. Korkusuz. (2005) Quantification the relationship between FITA scores and EMG skill indexes in archery. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 15:2, 222–227.
  10. Halpin, R. W. (2003). Bowstring materials. *Journal of the Society of Archer–Antiquaries*, 46, 54–61.
  11. Hickman, C. N. (1937). The dynamics of a bow and arrow. *Journal of Applied Physics*, 8, 404–409.
  12. Horsak, B., & Heller, M. (2012). A three–dimensional analysis of finger and bow string movements during the release in archery. *Journal of Applied Biomechanics*, 27, 151–160.
  13. Juergen Edelmann-Nusser, Mario Heller, Martin Hofmann, Nico Ganter. (2006) Measurement of Draw-Length Alterations in the Final Pull in Archery. *The Engineering of Sport* 6, 93–98.
  14. Klopsteg, P. E. (1943). Physics of bows and arrows. *American Journal of Physics*, 11, 175–192.
  15. Kooi, B. W. (1991). The ‘cut and try’ method in the design of the bow. In H. A. Eschenauer, C. Mattheck, & N. Olhoff (Eds.), *Engineering optimization in design processes* (283–292). Berlin: Springer-Verlag, volume 63 of *Lecture Notes in Engineering*.
  16. Kooi, B. W. (1991). On the mechanics of the modern working-recurve bow. *Computational Mechanics*, 8, 291–304.
  17. Kooi, B. W. (1994). The design of the bow. *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen*, 3, 283–309.
  18. Kooi, B. W. (1998). Bow–arrow interaction in archery. *Journal of Sport Sciences*, 16, 721–731.
  19. Kooi, B. W., & Sparenberg, J. A. (1980). On the static deformation of a bow. *Journal of Engineering Mathematics*, 14(1), 27–45.
  20. Kooi, B. W., & Sparenberg, J. A. (1997). On the mechanics of the arrow: Archer’s Paradox. *Journal of Engineering Mathematics*, 31(4), 285–306.
  21. Mario Heller. (2012) Evaluation of arrow release in highly skilled archers using an acoustic measurement system. *Procedia Engineering* 34, 532–537.
  22. Miyazaki, T., Mukaiyama, K., Komori, Y., Okawa, K., Taguchi, S., & Sugiura, H. (2013). Aerodynamic properties of an archery arrow. *Sports Engineering*, 16(1), 43–54. doi:10.1007/s12283-012-0102-y
  23. Nico Ganter, Karl Christoph Matschiok, Marcel Partie, Børge Tesch, Jürgen Edelmann-Nusser. (2010) Comparing three methods for measuring the movement of the bow in the aiming phase of Olympic archery. *Procedia Engineering* 2:2, 3089–3094.
  24. Park, J. L. (2013). Arrow behaviour in the lateral plane during and immediately following the power stroke of a recurve archery bow. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineering and Technology Engineers, Part P: Journal of Sports*, 227, 172–183.
  25. Park, J. L. (2013). The impact of material selection on arrow design and optimal selection for competition. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineering and Technology Engineers, Part P: Journal of Sports*, 227, 237–243.
  26. Park, J. L. (2014). Arrow behaviour in the vertical plane during and immediately following the power stroke of a recurve bow. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineering and Technology Engineers, Part P: Journal of Sports*, 228, 16–23.
  27. Park, J. L., & Logan, O. (2013). High-speed video analysis of arrow behaviour during the power stroke of a recurve archery bow. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineering and Technology Engineers, Part P: Journal of Sports*, 227, 128–136.
  28. Paul E. Klopsteg Archery // *Encyclopedia Britannica*. URL: <https://www.britannica.com/sports/archery/Equipment> (Dec 30, 2022)
  29. Pękałski, R. (1987). Modelling and simulation research of the competitor–bow–arrow system (Ph.D. thesis). Warsaw: Academy of Physical Education. (In Polish).
  30. Pękałski, R. (1990). Experimental and theoretical research in archery. *Journal of Sports Sciences*, 8, 259–279.
  31. Rieckmann, M., Park, J. L., Codrington, J., & Cazzolato, B. (2012). Modelling the three dimensional vibration of composite archery arrows under free-free boundary. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineering and Technology Engineers, Part P: Journal of Sports*, 226, 16–23.
  32. Rule Book. World Archery Federation [Internet]. 2018 [cited 2019 Mar 16]. Available from: <http://worldarchery.org/Rules>
  33. Sarro KJ, Viana TC, De Barros RML. *European Journal of Sport Science* [Internet]. 2020 Apr; 1–6 [cited 2020 May 04]. Available from: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17461391.2020.1754471?journalCode=tejs20>

34. Si Lie Tan, Koon Teck Koh & Marja Kokkonen (2016) The perception of elite athletes' guided self-reflection and performance in archery, *Reflective Practice*, 17:2, 207–220, DOI: 10.1080/14623943.2016.1146582
35. Tuijn, C., & Kooi, B. W. (1992). The measurement of arrow velocities in the students' laboratory. *European Journal of Physics*, 13, 127–134.
36. Vendrame E, Belluscio V, Truppa L, Rum L, Lazich A, Bergamini E, Mannini A. Performance assessment in archery: a systematic review. *Sports Biomech*. 2022 Mar 29:1-23. doi: 10.1080/14763141.2022.2049357.
37. Wayne Spratford & Rhiannon Campbell (2017) Postural stability, clicker reaction time and bow draw force predict performance in elite recurve archery, *European Journal of Sport Science*, 17:5, 539–545, DOI: 10.1080/17461391.2017.1285963
38. World Archery. (2018). World Archery rules, <https://worldarchery.org/Rules>. Accessed 01.01.18.
39. Zanevskyy, I. (2001). Lateral deflection of archery arrows. *Sports Engineering*, 4, 23–42.
40. Zanevskyy, I. (2006). Bow tuning in the vertical plane. *Sports Engineering*, 9, 77–86.

**Bogdan Vynogradskyy**

ORCID 0000-0002-4417-2811  
Researcher ID AAT-7936-2021  
Scopus-Author ID 56239795200

*Doctor of Sciences in physical education and sports, professor  
Head of the department of shooting and technical sports,  
Ivan Boberskyi Lviv State University of Physical Culture  
(Lviv, Ukraine E-mail: boynohrad@ukr.net*

**Oleksandr Kalynichenko**

ORCID 0000-0001-9556-3727

*Candidate of Pedagogical Sciences, Associate Professor  
Associate Professor of the Department of Physical Education, Sports and Health  
Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnology  
named after Stepan Gzhitskyi,  
(Lviv, Ukraine) E-mail: kalinarch@gmail.com*

#### ARCHERY: EVOLUTION OF THE SPORTS EQUIPMENT THROUGHOUT THE XX CENTURY

*The sports equipment plays an important role in achieving a high sports result in almost any sport. This is especially important in those sports, the essence of which is the high-quality possession of technical means. Such sports include archery. The use of technically well-chosen, high-quality weapons and arrows is one of the most important factors in the formation of a sports result. And although this fact is indisputable, there are practically no scientific works that comprehensively characterize the evolution of the archer sports equipment during the 20th century, their influence on the change in sports technique and sports performance of shooters.*

***The purpose of the scientific research** is to determine the trends in the development of the sports equipment of archers during the last hundred years.*

***Methodology.** The method of achieving the goal of the work is based on the analysis of scientific and methodical literature, Internet sites of international and national archery federations, which highlight the history of the development of archery, the development and improvement of the sports equipment in archery, the history of manufacturers of sports weapons for archers. Periodization of the received information is applied, as well as historical-comparative, historical-systemic and historical-typological methods of its processing.*

***Scientific novelty.** The article provides for the first time systematic information about the evolution of the inventory used by archers during the 20th century. The key innovations in archery, which directly affected the sports performance of archers, as well as the change in options for using technological techniques in the process of executing a complete shot, are characterized.*

***Conclusions.** The most important chronological sequence and stages of the introduction of technological innovations and improvement of the sports equipment of archers during the 20th century have been established. The impact of these innovations on the development of sports archery is characterized.*

***Keywords:** archery, biomechanical system «bow–archer», sports equipment, chronology of development.*

Стаття надійшла до редакції: 08.03.2023

Рецензент – доктор педагогічних наук, професор **Мехед О.Б.**