



NAYZA ULOQTIRUVCHILAR TEXNIK TAYYORGARLIGINI RAQAMLI VIDEOANALIZ VA SUN'IY INTELLEKT VOSITALARI ASOSIDA TAKOMILLASHTIRISH

Farg'ona davlat universiteti, O'zbekiston,
Davlatov Davlatjon Negmatullo o'g'li
Farg'ona sh.

Muallif bilan bog'lanish uchun:

Email: E-mail: davlatovdavlatjon03@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada nayza uloqtiruvchilarning texnik tayyorgarligini raqamli videoanaliz va sun'iy intellekt asosidagi markerlarsiz harakat tahlili vositalari yordamida takomillashtirish imkoniyatlari yoritilgan. London-2017 Jahon chempionati finalchilari biomexanik ma'lumotlari qayta tahlil qilinib, chiqish tezligi sport natijasi bilan kuchli bog'liqligi aniqlangan.

Kalit so'zlar: nayza uloqtirish, sun'iy intellekt, videoanaliz, biomexanika, chiqish tezligi, markerless motion capture.

Annotation. The article examines the potential of digital video analysis and AI-based markerless motion analysis for improving javelin throwers' technical preparation. A secondary analysis of biomechanical data from the London 2017 World Championships finalists shows a strong association between release velocity and competitive result.

Keywords: javelin throw, artificial intelligence, video analysis, biomechanics, release velocity, markerless motion capture.

Аннотация. В статье рассматриваются возможности совершенствования технической подготовки метателей копья с использованием цифрового видеоанализа и безмаркерного анализа движений на основе искусственного интеллекта. Повторный анализ биомеханических данных финалистов чемпионата мира 2017 года выявил сильную связь скорости выпуска с результатом.

Ключевые слова: метание копья, искусственный интеллект, видеоанализ, биомеханика, скорость выпуска, безмаркерный анализ движений.

Kirish. Zamonaviy nayza uloqtirishda yuqori sport natijasi yugurib kelish tezligi, yakuniy qadamlarning ritmi, tayanch oyoqning "blok" harakati, gavda segmentlarining ketma-ket tezlanishi hamda nayzaning optimal chiqish parametrlari uyg'unligiga bog'liq. Ilmiy adabiyotlarda ayniqsa chiqish tezligi natijani belgilovchi asosiy biomexanik omillardan biri sifatida ko'rsatiladi [2, 4]. World Athletics biomexanik tahlillarida ham jahon darajasidagi uloqtiruvchilarda chiqish tezligi, burchagi, balandligi va



segmentlararo koordinatsiya muntazam qayd etiladi [5].

An'anaviy laboratoriya motion-capture tizimlari yuqori aniqlik beradi, biroq ularning narxi, markerlar va maxsus joyga ehtiyoji kundalik mashg'ulot jarayonida qo'llashni cheklaydi. So'nggi yillarda sun'iy intellektga asoslangan markerlarsiz videoanaliz tizimlari oddiy RGB-kameralar orqali tayanch nuqtalarini aniqlash, 2D/3D kinematik ko'rsatkichlarni hisoblash va texnik xatolarni tezkor tahlil qilish imkonini bermoqda [1, 3]. Bunday yondashuv murabbiyga sportchi texnikasini ko'proq urinishlarda va real stadion sharoitida kuzatish imkonini beradi.

Maqsad va vazifalar. Nayza uloqtiruvchilar texnik tayyorgarligida raqamli videoanaliz va sun'iy intellekt vositalaridan foydalanishning ilmiy-uslubiy imkoniyatlarini asoslash; xalqaro musobaqa biomexanik ma'lumotlarini qayta tahlil qilib, raqamli nazorat uchun ustuvor ko'rsatkichlarni aniqlash. Vazifalar: 1) zamonaviy AI-videoanaliz imkoniyatlarini tizimlashtirish; 2) London-2017 finalchilari ma'lumotlari asosida natija va chiqish parametrlarining bog'liqligini hisoblash; 3) murabbiylik amaliyoti uchun diagnostik algoritm taklif etish.

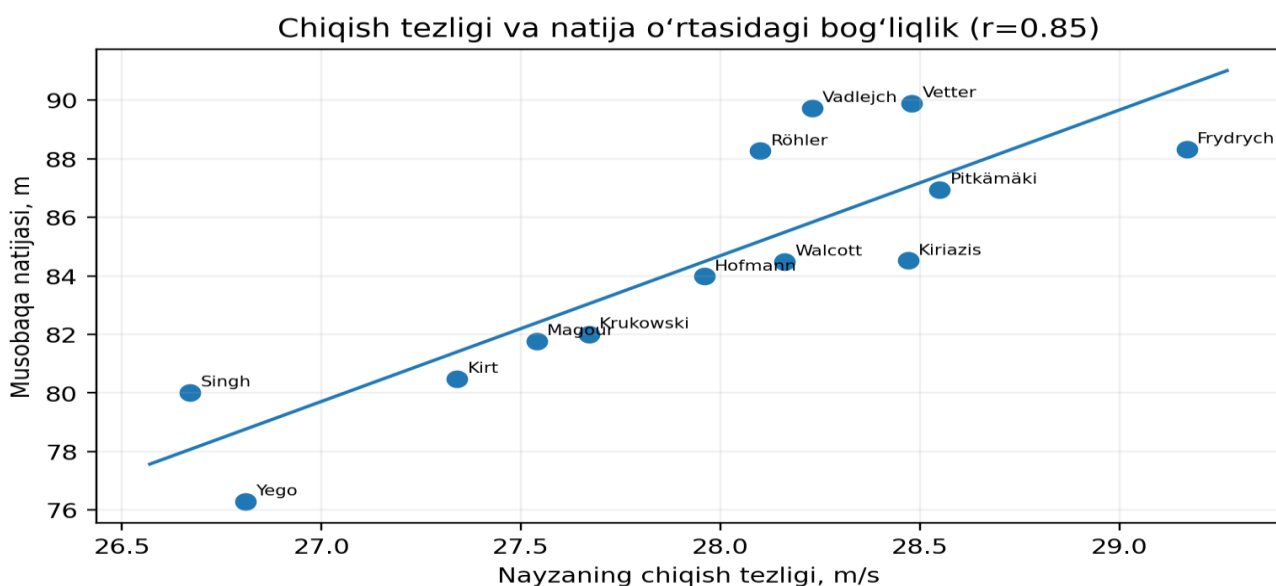
Tadqiqot usullari va tashkil etilishi. Tadqiqot tahliliy va ikkilamchi ma'lumotlarni qayta ishlash dizaynida tashkil etildi. World Athletics'ning London-2017 Jahon chempionati erkaklar nayza uloqtirish finalidagi 13 sportchi bo'yicha rasmiy natijalar va biomexanik hisobotdagi chiqish tezligi, chiqish burchagi hamda chiqish balandligi ko'rsatkichlari birlashtirildi [5]. Deskriptiv statistika ($M \pm SD$, min–max), variatsiya koeffitsienti va Pearson korrelyatsiyasi hisoblandi. AI va markerlarsiz motion-capture bo'yicha 2025–2026-yillardagi sharhlar metodik asos sifatida olindi [1, 3].

1-jadval.

**London-2017 finalchilari bo'yicha biomexanik ko'rsatkichlarning
umumlashtirilgan tahlili**

Ko'rsatkich	$M \pm SD$	Min–max	Natija bilan r	p
Musobaqa natijasi, m	84.36 $\pm$ 4.17	76.29–89.89	—	—
Chiqish tezligi, m/s	27.93 $\pm$ 0.71	26.67–29.17	0.85	<0,001
Chiqish burchagi, °	34.39 $\pm$ 2.66	28.0–38.2	-0.28	0,348
Chiqish balandligi, m	2.00 $\pm$ 0.12	1.76–2.21	0.41	0,164

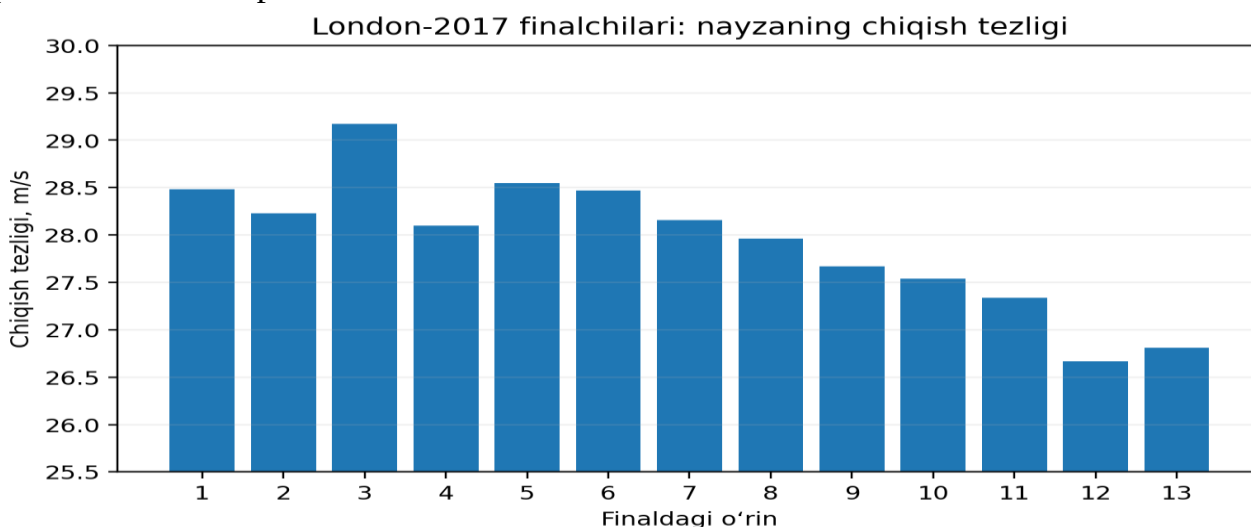
Izoh: hisob-kitob muallif tomonidan World Athletics'ning rasmiy musobaqa natijalari va biomexanik hisobotidagi ma'lumotlar asosida bajarildi [5].



1-rasm. Nayzaning chiqish tezligi va musobaqa natijasi o'rtasidagi bog'liqlik

Tadqiqot natijalari va ularni muhokama qilish. Qayta tahlil natijasida finalchilarning o'rtacha natijasi 84.36 ± 4.17 m, o'rtacha chiqish tezligi 27.93 ± 0.71 m/s, chiqish burchagi $34.39 \pm 2.66^\circ$ va chiqish balandligi 2.00 ± 0.12 m bo'ldi. Eng muhim natija — chiqish tezligi bilan musobaqa masofasi o'rtasida kuchli musbat bog'liqlik aniqlandi ($r=0.85$; $p<0,001$). Bu natija klassik biomexanik tadqiqotlarda qayd etilgan “release velocity”ning yetakchi ahamiyati bilan mos keladi [2, 4].

Chiqish burchagi bilan natija o'rtasidagi bog'liqlik mazkur tanlanmada statistik ahamiyatga ega bo'lmadi ($r=-0,28$; $p>0,05$). Bu holat yuqori malakali sportchilarda burchakning yakka holda emas, balki chiqish tezligi, hujum burchagi, shamol va individual texnika bilan birgalikda namoyon bo'lishini ko'rsatadi. Shuning uchun AI tizimidan faqat “ideal burchak”ni topish vositasi sifatida foydalanish to'g'ri emas; u ko'p parametrlilik texnik profil tuzishi zarur.



2-rasm. Finaldagi o'rinlar bo'yicha nayzaning chiqish tezligi



2-jadval.

**Nayza uloqtirish texnikasida AI-videoanaliz uchun ustuvor diagnostik
indikatorlar**

Indikator	Raqamli aniqlash	Amaliy mazmuni	Murabbiy qarori
Chiqish tezligi	Yuqori kadr tezligidagi video / obyekt treking	Natijaga eng kuchli bogʻlangan koʻrsatkich	Tezkor-kuch va yakuniy tezlanishni individual tuzatish
Yugurib kelish tezligi	Video yoki IMU sensori	Kinetik zanjirga kiruvchi boshlangʻich impuls	Nazoratli tezlanish va ritmni optimallashtirish
Tayanch oyoq va gavda holati	AI pose estimation	Bloklash, tana ogʻishi va segmentlararo ketma-ketlik	Texnik xatoni kadrma-kadr koʻrsatish
Chiqish burchagi/balandligi	Javelin va tana nuqtalarini treking	Individual release profilini aniqlash	Tezlikni yoʻqotmasdan individual diapazonni barqarorlashtirish

AI markerless motion capture tizimlari murabbiyga bir necha afzallik beradi: marker qoʻymasdan koʻp urinishlarni tez tahlil qilish, segmentlar koordinatsiyasini sonli koʻrsatkichlarga aylantirish, mashgʻulotlararo oʻzgarishni taqqoslash va individual “texnik profil” yaratish [1, 3]. Biroq bunday tizimlarning aniqligi kamera joylashuvi, kadrlar tezligi, yoritish, yopilish (occlusion), modelning oʻrgatilgan maʼlumotlari va harakat tezligiga bogʻliq. Shu sababli raqamli koʻrsatkichlar murabbiy kuzatuvini almashtirmasligi, balki uni obyektiv maʼlumot bilan toʻldirishi kerak.

Amaliy tavsiyalar. Sport takomillashuv bosqichidagi nayza uloqtiruvchilar bilan ishlashda raqamli nazoratni uch darajada tashkil etish maqsadga muvofiq: 1) har bir texnik mashgʻulotda yon va orqa rakursdan standartlashtirilgan video yozuv; 2) asosiy kinematik indikatorlarni avtomatik yoki yarim avtomatik aniqlash; 3) sportchining shaxsiy bazaviy profili bilan taqqoslab, faqat amaliy ahamiyatli ogʻishlar boʻyicha feedback berish. Masalan, chiqish tezligi pasayib, burchak oʻzgarmagan boʻlsa, asosiy eʼtibor kuch-impuls uzatilishi va final qadamlar ritmiga qaratiladi; burchak keskin oʻzgarib qolsa, gavda holati va uloqtiruvchi qoʻl trayektoriyasi tekshiriladi.

Musobaqaoldi bosqichida AI-videoanalizning asosiy vazifasi texnikani qayta qurish emas, balki sportchining barqaror texnik modelini nazorat qilish boʻlishi lozim. Yuqori intensivlikdagi urinishlar sonini haddan tashqari koʻpaytirmasdan, 3–6 ta sifatli nazorat uloqtirishdan olingan video sportchining chiqish tezligi, yakuniy tayanch holati va segmentlararo timingini baholash uchun yetarli axborot berishi mumkin. Raqamli monitoringning ushbu shakli ortiqcha yuklama xavfini oshirmasdan murabbiylik qarorini tezlashtiradi.

Xulosa. Nayza uloqtiruvchilarning texnik tayyorgarligini takomillashtirishda raqamli videoanaliz va sunʼiy intellekt vositalari istiqbolli ilmiy-uslubiy yoʻnalishdir.



London-2017 finalchilari bo'yicha qayta tahlil chiqish tezligi va natija o'rtasida kuchli bog'liqlik mavjudligini ko'rsatdi ($r=0,85$; $p<0,001$), bu ko'rsatkichni raqamli monitoringning asosiy indikatorlaridan biri sifatida ajratishga imkon beradi. AI asosidagi markerlarsiz tahlil real mashg'ulot sharoitida sportchining texnik profilini tezkor shakllantiradi, biroq uning natijalari validatsiya va murabbiylik interpretatsiyasi bilan birgalikda qo'llanishi zarur. Kelgusida nayza uloqtiruvchilarda AI tahlili, IMU sensorlari va real musobaqa natijalarini birlashtirgan prospektiv tadqiqotlarni o'tkazish maqsadga muvofiq.

Foydalanilgan adabiyotlar.

1. Abdullayev M.J., Olimov M.S., To'xtaboyev N.T. Yengil atletika va uni o'qitish metodikasi: darslik. – Toshkent: Barkamol fayz media, 2017. – 628 b.
4. Olimov M.S., Shakirjanova K.T., To'xtaboyev N.T., Rafiyev H.T., Smuragina L.V., Kolobov V.A. va boshqalar. Yengil atletika nazariyasi va uslubi: darslik. – Toshkent, 2018. – 872 b.
5. Qudratov R.Q. Yengil atletika: darslik. – Toshkent: Noshir, 2012. – 367 b.
7. D.Davlatov. Sport mahoratini takomillashtirish bosqichida mashg'ulotlarni tashkil etish. o'quv qo'llanma FarDU, 2026. — 126 b.
8. Davlatov, D. N. (n.d.). Improving training efficiency of disabled paraathletes based innovative technology. Conference proceedings, 86–89.
9. Davlatov, D. N. (n.d.). The importance of track and field exercises to increase the overall endurance of girls involved in triathlon. XIV International Scientific-Practical Conference proceedings, 364–366.
10. Matveev, L. P. (2000). Modelno-tselevoy podkhod k postroeniyu sportivnoy podgotovki. Teoriya i praktika fizicheskoy kultury, (2), 28–37; (3), 28–37.
11. Ozolin, N. G. (1986). Sovershenstvovanie sistemy podgotovki sportsmenov. Moscow: Fizkultura i sport.