

Використання методів математичної статистики в спортивних іграх

Перевозник В.І.¹, Тропін Ю.М.¹, Jerzy Skrobecki²¹Харківська державна академія фізичної культури²Гданський університет фізичного виховання і спорту, м. Гданськ, Польща

Анотація. Мета: за допомогою аналізу науково-методичної інформації, джерел Інтернету та узагальнення передового практичного досвіду визначити особливості використання методів математичної статистики в спортивних іграх. **Матеріал та методи.** Для встановлення особливостей використання методів математичної статистики в спортивних іграх використовувалися такі методи дослідження: аналіз науково-методичної інформації та мереж Інтернет, узагальнення передового практичного досвіду. **Результати:** аналіз науково-методичної інформації, джерел Інтернету та узагальнення передового практичного досвіду дозволив встановити, що в проведених педагогічних дослідженнях в спортивних іграх використання методів математичної статистики є важливим під час опрацювання даних. У своїх дослідженнях багато авторів використовували різні види математичного аналізу та математичного моделювання. У спортивній діяльності теж використовуються методи статистичного аналізу без застосування яких неможливо зробити обробку даних, отриманих під час педагогічного експерименту, сформулювати висновки тощо. Визначено, що з допомогою математичного аналізу можна прогнозувати успішність єдиноборця, і ці дані дають підстави виділення чинників, визначальних зростання спортивної майстерності. **Висновки.** Результати проведеного дослідження показали, що використання методів математичної статистики є важливим аспектом під час опрацювання інформації в педагогічних дослідженнях, що проводяться в спортивних іграх. Встановлено, що за допомогою математичного аналізу можливо прогнозувати успішність спортсмена, побудувати моделі різних сторін спортивної підготовленості, визначити різні структурні компоненти змагальної діяльності, проводити порівняльний аналіз отриманих результатів тощо.

Ключові слова: математична статистика, методи дослідження, спортивні ігри.

Вступ. Математична статистика – розділ математики, який розробляє методи реєстрації, опис та аналіз даних спостережень та експериментів з метою побудови ймовірнісних моделей масових випадкових явищ. Залежно від математичної природи конкретних результатів спостережень математична статистика ділиться на статистику чисел, багатовимірний статистичний аналіз, аналіз функцій (процесів) та часових рядів, статистику об'єктів нечислової природи. Основними задачами математичної статистики є статистична перевірка гіпотез, оцінка розподілу статистичних імовірностей та його параметрів, вивчення статистичної залежності, визначення основних числових характеристик

випадкових вибірок, якими є: вибіркоче середнє, вибіркочі дисперсії, стандартне відхилення. Прикладом перевірки таких гіпотез є з'ясування питання про те, змінюється чи не змінюється виробничий процес з часом. Прикладом оцінки параметрів є оцінка середнього значення статистичної змінної за дослідними даними. Для вивчення статистичної залежності використовують методи теорії кореляції. Загальні методи математичної статистики є основою теорії похибок ([https://uk.wikipedia.org/wiki/Математична статистика](https://uk.wikipedia.org/wiki/Математична_статистика)).

У спортивній діяльності теж використовуються методи статистичного аналізу без застосування яких неможливо зробити обробку даних, отриманих під час педагогічного експерименту, сформулювати висновки тощо (Латишев,

et al., 2020; Перевозник, & Паєвський, 2021; Тропін, et al., 2021).

Також за допомогою методів математичної статистики можливо спрогнозувати успішність спортсмена (Дорошенко, 2008; Латишев, & Тропін, 2020; Тропін, et al., 2022), побудувати моделі різних сторін спортивної підготовленості (Тропін, et al., 2022; Pashkov, et. al., 2021; Tropin, et al., 2022), визначити різні структурні компоненти змагальної діяльності (Голоха, et al., 2022; Перевозник, & Перцухов, 2017; Помещикова, et al., 2022; Романенко, et al., 2021), проводити порівняльний аналіз отриманих результатів (Алексєєв, et al., 2022; Перевозник, & Паєвський, 2019; Latyshev, et. al., 2022; Shandrygos, et. al., 2022) та інше.

Аналізуючи вищесказане, можна зробити висновок, що використання методів математичної статистики є важливим аспектом під час опрацювання інформації в педагогічних дослідженнях, що проводяться в спортивних іграх, тож обраний напрямок дослідження є актуальним.

Зв'язок дослідження з науковими програмами, планами і темами. Дослідження проводилося відповідно до теми науково-дослідної роботи Харківської державної академії фізичної культури «Оптимізація тренувального процесу в спортивних іграх» (номер державної реєстрації 0119U101644).

Мета дослідження: за допомогою аналізу науково-методичної інформації, джерел Інтернету та узагальнення передового практичного досвіду визначити особливості використання методів математичної статистики в спортивних іграх.

Матеріал та методи дослідження. Для встановлення особливостей використання методів математичної статистики в спортивних іграх використовувалися такі методи дослідження: аналіз науково-методичної інформації та мереж Інтернет, узагальнення передового практичного досвіду.

Результати дослідження та їх обговорення. Аналіз науково-методичної інформації (Перевозник, et al., 2020; Помещикова, & Філенко, 2019; Li, 2022; Olena, et al., 2017; Pomeshchikova, & Vykova, 2017), джерел Інтернету та узагальнення передового практичного досвіду дозволив встановити, що в проведених педагогічних дослідженнях в спортивних іграх використання методів математичної статистики є важливим під час опрацювання даних.

У своїх дослідженнях багато авторів використовували різні види математичного аналізу, так О. О. Шевченко із співавторами (2020) за допомогою середнього арифметичного, помилки середнього арифметичного та коефіцієнту варіації зробили порівняльний аналіз показників моторної функціональної асиметрії у студентів спортивної спеціалізації бадмінтон, теніс. Довили, що чим вище рівень кваліфікації спортсменів, тим менше різниця в показниках тестування в моделі. Педагогічне тестування виявило достовірні зміни у бадмінтоністів в кількості натискань лівою та правою руками, що вказує на стійкість функціональних показників моторної асиметрії. У тенісистів достовірні зміни були в кількості натискань та часі зоровомоторної реакції правою рукою. Для лівої руки достовірні зміни визначилися у коефіцієнті варіації часу реакції та мінімальному значенні реакції. Це підтверджує думку про більше використання лівої руки, ніж у бадмінтоністів. Встановили, що для планування та удосконалення тренувального процесу в бадмінтоні, тенісі необхідне вивчення та оцінка моторної функціональної асиметрії спортсменів.

Л. В. Філенко та О. О. Несен (2018) використовували методи описової статистики та експертних оцінок для перевірки ефективності запропонованої комп'ютерної мультимедійної навчально-контролюючої програми з дисципліни «Гандбол». Визначили, що впровадження різних методик залучення інформаційних технологій навчання у процес підготовки

гандболістів в експериментальних групах досліджуваних свідчать про те, що використання комбінованої безперервної моделі навчання ефективніше при вивченні складних тем, а комбіновану дискретну модель слід використовувати для засвоєння відносно простого навчального матеріалу та самостійного навчання. Підвищення рівня теоретичних знань спостерігалось в інтенсивній динаміці приросту більшого рівня у спортсменів експериментальних груп ($p < 0,01$) у порівнянні з контрольною групою.

I. G. Maksimenko із співавторами (2020) проводили порівняльний аналіз швидкісних і швидкісно-силових якостей гравців, що спеціалізуються в різних спортивних іграх (волейбол, баскетбол, гандбол, футбол та регбі) різного рівня кваліфікації (III розряд – майстер спорту). Встановили, що найвищий рівень розвитку швидкісних якостей мають майстри спорту з футболу та гандболу, а волейболісти та баскетболісти мали найвищі швидкісно-силові показники. Кореляційний зв'язок показав, що між зростанням спортивної майстерності в командних видах спорту та вдосконаленням швидкісно-силових якостей гравців є тісний зв'язок. При цьому вдосконалення навичок супроводжувалося значним зростанням швидкісних і швидкісно-силових показників. Автори рекомендували використовувати отримані дані для контролю кількості навчальних засобів, які використовуються в процесі підвищення кваліфікації спортсменів в спортивних іграх.

B. Zhang, F. Li, та W. Jiang (2013) у своїх дослідженнях за допомогою методу математичної статистики проаналізували основні технічні прийоми в бадмінтоні: техніку подачі, техніку удару в стрибку, техніку удару по сітці, техніку виштовхування м'яча на задній стінці, техніку проштовхування м'яча на корті та техніку удару з розвороту, проаналізувавши дані 29-х Олімпійських ігор у виконанні Хе Ханьбінь/Ю Ян (Китай) та Нова/Насір (Індонезія). Встановили, що у бадмінтоні в змішаній

парній грі, оскільки обидві сторони є партнерами протягом багатьох років, для перемоги в грі необхідно володіти хорошою технікою бадмінтону; зокрема, високий відсоток помилок у техніці удару по сітці та техніці виштовхування м'яча на задньому корті, що потребує подальшої практики. Дослідження відіграє певну роль у сприянні розвитку техніки бадмінтону та популяризації бадмінтону як виду спорту.

О. А. Тарасевич (2020) розглядала групу ігрових видів спорту з точки зору їх впливу на формування гендерного типу і виявлені гендерні схожості і гендерні відмінності у спортсменів і спортсменок, які спеціалізуються в різних спортивних іграх. За допомогою методів статистичного аналізу встановила, що в спортивних іграх більше спортсменів (60 %) і спортсменок (59 %) маскулінного типу, ніж андрогінного. Фемінінних юнаків і дівчат в результаті дослідження виявлено не було. Ігрові види спорту сприяють маскулінізації як юнаків, так дівчат. Тренувальна діяльність і висока спортивна кваліфікація спортсменів (56 %) і спортсменок (66 %) сприяють формуванню у них маскулінного типу особистості. При аналізі особистісних якостей маскуліних і андрогінних юнаків та маскуліних і андрогінних дівчат виявлено між ними більш схожостей, ніж відмінностей. У спортсменів взагалі не виявлено ні яких відмінностей. А у спортсменок відмінності спостерігаються лише за двома чинниками «сприйнятливість до почуттів – висока нормативність поведінки» і «консерватизм – радикалізм».

Ж. Л. Козіна (2007) систематизувала методи математичної статистики і проводила результати практичного застосування системного підходу в наукових дослідженнях в області спортивних ігор. Результати її досліджень показали, що при розробці програм тренування, як командних, так і індивідуальних, необхідно спиратися на дані системного аналізу підготовленості. Крім того, існують також універсальні методи тренування, що у своїй суті споконвічно містять системний підхід,

тобто впливають на весь організм у цілому і підходять для спортсменів різної кваліфікації, віку та антропометричних даних. До таких методів можна віднести регуляцію інтенсивності фізичного навантаження по суб'єктивним відчуттям, застосування методу аутогенного і психорегулюючого тренування, природних засобів відновлення працездатності, вправ, побудованих на принципах рухів по силовим лініям магнітного поля людини. Застосування даних методів показало свою ефективність у навчально-тренувальному процесі спортсменів-ігровиків. Таким чином, застосування алгоритму системного аналізу в наукових дослідженнях у спорті має визначені перспективи і розкриває нові можливості для розробки адекватних як командних, так і індивідуальних методик тренування в спортивних іграх.

Н. І. Чуча, та І. П. Помещикова (2022) визначали результативність кидків м'яча в кошик в іграх чемпіонату Європи 2022 року з баскетболу серед чоловічих команд. Всі статистичні розрахунки були проводили за допомогою програмного пакету Statistica. Встановили, що команди набирали у середньому за гру $82,07 \pm 1,49$ очок. Підтвердили, що найрезультативніші є атаки кошика з гри двоочковими кидками, їх точність $53,55 \pm 1,10$ %. Доля двоочкових кидків у загальному рахунку гри складає $48,00 \pm 1,08$ %. Найбільш стабільний рівень влучності баскетболісти показали у виконанні штрафних кидків ($69,9-87,9$ %).

В. В. Мулик та Я. Б. Крайник (2019) проводили дослідження протягом річного макроцикла з метою виявлення кількості рухових дій юними футболістами 13-14 років, під час 10 ігор. Результати порівнювались за допомогою середнього арифметичного та помилки середнього арифметичного. Отримані результати яких свідчать про різні показники в залежності від ігрового амплуа, встановлено, що за час гри юні футболісти здійснюють різну кількість рухових дій, що залежить від ігрового амплуа. Найбільшу кількість пересувань спиною вперед, схресним кроком та приставним кроком здійснює

воротар, а найбільше прискорень протягом гри у відсотковому відношенні здійснюють нападники.

О. О. Шевченко, Ю. М. Тропін та В. В. Романенко (2021) провели порівняльний аналіз показників сенсомоторних реакцій борців та спортсменів спортивних ігор з ракетками за допомогою критерію Стьюдента. Порівняльний аналіз показав, недостовірність відмінностей ($p > 0,05$) у прояві досліджуваних сенсомоторних реакціях практично в усіх тестах, що є наслідком схожих функціональних зрушень в організмі спортсменів завдяки тренувальним та змагальним вправам. Дане ствердження може бути використано при вдосконаленні методик спортивної підготовки, як борців, так і спортсменів спортивних ігор з ракетками. Проведене дослідження підтверджує важливість подальшого вивчення сенсомоторних реакцій в єдиноборствах і спортивних іграх, як фактору, що впливає на успішність змагальної діяльності та на зміст навчально-тренувального процесу.

V. Perevoznuk та V. Paievskyi (2021) проводили аналіз змагальної діяльності футболістів та отримали кількісні та якісні показники виконання техніко-тактичних дій (ТТД) (одноборства, відбори, перехоплення, удари по воротах) збірної команди України у 1/8 з командою Швеції та у 1/4 з командою Англії на чемпіонаті Європи 2020-2021 рр., які свідчать про те, що збірна команда України мала значно вищі кількісні показники ТТД, але якість цих показників значно гірша, ніж у суперників. Порівняльний аналіз якісних показників ТТД (одноборства) збірної команди України зі збірними Швеції та Англії свідчить про те, що вони не відповідають модельним характеристикам, не дивлячись на те, що зі збірою Швеції команда України досягла позитивного результату.

А. Tsos із співавторами (2018) розробили та теоретично обґрунтували комп'ютерну навчальну програму «Регбі-13» для вдосконалення технічної підготовленості регбістів на етапі спеціалізованої базової підготовки. В ході

дослідження за допомогою методів статистичного аналізу доведено ефективність застосування експериментальної програми для технічної підготовки регбістів на етапі спеціалізованої базової підготовки, що підтверджено результатами дослідження.

А. Р. Sutiono із співавторами (2015) досліджували математичну модель ігрового прогресу в спортивних іграх. Автори стверджують, що реалістична модель процесу гри протягом ігрового періоду є не лінійною, а експоненціальною. Друга похідна величина, тобто прискорення в сенсі динаміки, виводиться з моделі, і автори пропонують використовувати цю величину як міру досконалості гри. Це пов'язано з тим, що прискорення прогресу гри повинно бути пов'язане з емоційним впливом у нашій свідомості, таким як гострі відчуття або залучення до гри. Оцінюють добре відомі ігри, використовуючи запропоновану теорію, наприклад, спортивні ігри, які в подальшому будуть класифіковані за правилом завершення гри. Очікується, що теорія вдосконалення ігор буде широко використовуватися як інструмент для оцінки якості різних типів ігор як нова теорія ігор.

У. Сао із співавторами (2015) побудували модель теорії графів та модель сірої кореляції техніки і тактики змішаної парної гри в настільний теніс, для того, щоб забезпечити новий метод дослідження для аналізу техніки і тактики змішаної парної гри в настільний теніс. Визначили, що для техніко-тактичного аналізу змішаної парної гри в настільний теніс краще застосовувати кореляційний аналіз сірого кольору. Аналіз коефіцієнта внеску чоловіків та жінок у восьми раундах показує, що різниця в середньому чистому балі між спортсменами та спортсменками незначна, а у спортсменок дещо вища, ніж у спортсменів. Чистий середній бал раунду подачі набагато вищий, ніж у раунді прийому, що свідчить про те, що раунд подачі має певні переваги для подаючого, і переможець часто краще може скористатися можливістю раунду подачі та

отримати вищі бали. Спортсменам-чоловікам слід посилити фізичну підготовку та адаптуватися до більш високого рівня протистояння.

Все вищесказане дає можливість стверджувати, що різні види математичного аналізу та математичного моделювання використовується науковцями та вони є важливими при проведенні педагогічних досліджень в різних спортивних іграх.

Висновки. Аналіз науково-методичної інформації, джерел Інтернету та узагальнення передового практичного досвіду дозволив встановити, що в проведених педагогічних дослідженнях в спортивних іграх використання методів математичної статистики є важливим під час опрацювання даних, без них неможлива зробити обробку даних, отриманих під час педагогічного експерименту, сформулювати висновки тощо.

У своїх дослідженнях багато авторів використовували різні види математичного аналізу та математичного моделювання.

Визначено, що з допомогою математичного аналізу можна прогнозувати успішність єдиноборця, і ці дані дають підстави виділення чинників, визначальних зростання спортивної майстерності.

Результати дослідження показали, що використання методів математичної статистики є важливим аспектом під час опрацювання інформації в педагогічних дослідженнях, що проводяться в спортивних іграх. Встановлено, що за допомогою математичного аналізу можливо спрогнозувати успішність спортсмена, побудувати моделі різних сторін спортивної підготовленості, визначити різні структурні компоненти змагальної діяльності, проводити порівняльний аналіз отриманих результатів тощо.

Перспективи подальших досліджень у даному напрямку будуть спрямовані на складання модельних характеристик сучасної змагальної

діяльності спортсменів в різних командних спортивних іграх.

Конфлікт інтересів. Автори відзначають, що не існує ніякого конфлікту інтересів.

Джерела фінансування. Ця стаття не отримала фінансової підтримки від державної, громадської або комерційної організації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

- Алексеев, А.Ф., Романенко, В.В., & Тропін, Ю.М. (2022). Взаємозв'язок сенсомоторних реакції з деякими компонентами підготовленості таеквондистів-юніорів. *Єдиноборства*, 3(25), 4-17. DOI:10.15391/ed.2022-3.01
- Голоха, В.Л., Романенко, В.В., & Тропін, Ю.М. (2022). Аналіз змагальної діяльності українських борців вільного стилю на Чемпіонаті світу U-23 в 2021 році. *Єдиноборства*, 2(24), 4-16. DOI:10.15391/ed.2022-2.01
- Дорошенко, Е. (2008). Прогнозування в системі управління змагальною діяльністю у волейболі. *Молода спортивна наука України*, 1, 111-115.
- Козіна, Ж.Л. (2007). Теоретичні основи і результати практичного застосування системного аналізу в наукових дослідженнях в області спортивних ігор. *Physical Education Theory and Methodology*, 6, 15-18. Retrieved from <https://www.tmfv.com.ua/journal/article/view/318>
- Латишев, М.В., Шандригось, В.І., Тропін, Ю.М., & Ясько, Л.В. (2020). Використання кластерного аналізу для оцінки результатів виступів олімпійських чемпіонів з вільної боротьби. *Збірник наукових статей III Всеукраїнської електронної науково-практичної конференції з міжнародною участю «Інноваційні та інформаційні технології у фізичній культурі, спорті, фізичній терапії та ерготерапії»*, К.: НУФВСУ.
- Латышев, Н.В., & Тропин, Ю.Н. (2020). Анализ спортивных карьер олимпийских чемпионов в греко-римской борьбе. *Єдиноборства*, 1(15), 22-34. DOI:10.15391/ed.2020-1.03
- Мулик, В.В., & Крайник, Я.Б. (2019). Кількісні характеристики рухових дій юних футболістів під час змагальної діяльності на етапі попередньо-базової підготовки. *Спортивні ігри*, 4(14), 48-57. doi: 10.15391/si.2019-4.05
- Перевозник, В.І., & Перцухов, А.А. (2017). Модельные показатели соревновательной деятельности футболистов высокой квалификации. *Спортивні ігри*, 1, 41-45.
- Перевозник, В.І., & Паевский, В.В. (2019). Сравнительный анализ игр команд группового турнира финала чемпионатов мира по футболу 2014, 2018 г. г. *Науковий часопис НПУ імені М.П. Драгоманова*, 5(113), 117-123.
- Перевозник, В.І., Мулик, В.В., & Паєвський, В.В. (2020). Показники техніко-тактичних дій (однборства) команди «МЕТАЛІСТ-1925» у чемпіонаті України 2019 року. *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 4(78), 24-29. doi.org/10.15391/snsv.2020-4.004
- Перевозник, В.І., & Паєвський, В.В. (2021). Порівняльний аналіз техніко-тактичних дій (на прикладі відбору м'яча) команди Металіст-1925 у різних зонах футбольного поля в іграх чемпіонату України 2019. *Спортивні ігри*, 2(20), 64-71. doi: 10.15391/si.2021-2.06
- Перевозник, В.І., & Перцухов, А.О. (2022). Аналіз показників просування м'яча футболістами високої кваліфікації в умовах змагальної діяльності. *Спортивні ігри*, 3(25), 122-129. doi: 10.15391/si.2022-3.11
- Помещикова, І.П., & Філенко, Л.В. (2019). Вдосконалення тактичної підготовки юних баскетболістів 14-16 років засобами інформаційних технологій. *Спортивні ігри*, 3(13), 41-48. doi: 10.15391/si.2019-3.05
- Помещикова, І., Бондаренко, М., Червона, С., & Кудімова, О. (2022). Ігрові показники баскетболістів різного амплуа команди суперліги БК «Харківські Соколи». *Проблеми і перспективи розвитку спортивних ігор і єдиноборств у вищих навчальних закладах*, 1, 107-114.

- Романенко, В.В., Тропін, Ю.М., & Куліда, А.О. (2021). Аналіз змагальної діяльності кваліфікованих тхеквондистів-юніорів. *Єдиноборства*, 3(21), 44-59. DOI:10.15391/ed.2021-3.05
- Тарасевич, О.А. (2020). Особливості гендерних схожостей і відмінностей у спортсменів, що спеціалізуються в спортивних іграх. *Спортивні ігри*, (3 (17)), 103-114. doi: 10.15391/si.2020-3.10
- Тропін, Ю.Н., Латышев, Н.В., & Айварс, Каупужс (2021). Методи математической статистики в единоборствах. *Проблеми і перспективи розвитку спортивних ігор і единоборств у вищих навчальних закладах. Збірник статей XVII міжнародної наукової конференції, Харків: ХДАФК*, 37-41.
- Тропін, Ю.М., Перевозник, В.І., & Мирошніченко, Є.С. (2022). Модельні характеристики змагальної діяльності бійців змішаних единоборств ММА різних вагових категорій. *Єдиноборства*, 3, 90-103. DOI:10.15391/ed.2022-3.08
- Тропін, Ю.М., Голоха, В.Л., Романенко, В.В., Шандригось, В.І., & Ференчук, Б.М. (2022). Аналіз змагальної діяльності висококваліфікованих спортсменок в вільній боротьбі. *Єдиноборства*, 4(26), 75-87. DOI:10.15391/ed.2022-4.08
- Філенко, Л.В., & Несен, О.О. (2018). Інформатизація підготовки студентів-гандболістів засобами мультимедійної комп'ютерної програми «Гандбол». *Спортивні ігри*, 1, 54-61.
- Чуча, Н.І., & Помещикова, І.П. (2022). Аналіз показників точності кидків м'яча у кошик в матчах чемпіонату Європи 2022 з баскетболу серед чоловічих команд. *Спортивні ігри*, 4(26), 53-63. doi: 10.15391/si.2022-4.05
- Шевченко, О.О., Мерзлікін, М.О., & Чуча, Н.І. (2020). Порівняльний аналіз показників моторної функціональної асиметрії у студентів спортивної спеціалізації бадмінтон, теніс. *Спортивні ігри*, 3(17), 115-124. doi: 10.15391/si.2020-3.11
- Шевченко, О.О., Тропін, Ю.М. & Романенко, В.В. (2021). Порівняльний аналіз показників сенсомоторних реакцій борців та спортсменів спортивних ігор з ракетками. *Спортивні ігри*, 3(21), 80-90. doi: 10.15391/si.2021-3.9
- Сао, Y., Peng, Y., Shen, Z., Chen, H., Peng, B., & Yan, X. (2022). Application of Tactics in Technical and Tactical Analysis of Table Tennis Mixed Doubles Based on Artificial Intelligence Graph Theory Model. *Journal of Environmental and Public Health*, 20, 1022-1028. <https://doi.org/10.1155/2022/6543953>
- David, Aldous. Elo Ratings and the Sports Model: A Neglected Topic in Applied Probability? *Statist. Sci.* 32(4) 616-629. <https://doi.org/10.1214/17-STS628>
- Latyshev, M., Tropin, Y., Podrigalo, L., & Boychenko, N. (2022). Analysis of the Relative Age Effect in Elite Wrestlers. *Ido movement for culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, 3, 28-32. DOI:10.14589/ido.22.3.5
- Li, M. (2022). Technical and Tactical Analysis of the Back Court of the Top Eight Badminton Women's Singles Matches in Rio Olympic Games. *International Journal of Social Science and Education Research*, 5(9), 830-834.
- Maksimenko, I. G., Maksimenko, G. N., Komarova, I. G., & Baeva, D. N. (2020). Speed and speed-strength fitness of athletes specializing in various sports games. *Theory and Practice of Physical Culture*, (7), 16-18.
- Olena, B., Valerij, D., Iryna, P., Evgeniya, S., Gleb, S., Alina, M., & Iryna, S. (2017). Changes in technical preparedness of 13-14-year-old handball players under the influence of coordination orientation exercises. *Journal of Physical Education and Sport*, 17(3), 1899-1905. DOI:10.7752/jpes.2017.03185
- Pashkov, I., Tropin, Y., Romanenko, V., Goloha, V., & Kovalenko, J. (2021). Anlysis of competitive of highly qualified wrestlers. *Slobozhanskyi herald of science and sport*, 9(5), 30-39. doi:10.15391/snsv.2021-5.003
- Perevoznyk, V., & Paievskyi, V. (2021). Indicators of technical and tactical actions (single combats, tackles, interceptions, strikes) of the Ukrainian national team in the games of 1/8 and 1/4 of

- the European Championship in 2020-2021. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport*, 4(84), 44–49. doi.org/10.15391/snsv.2021-4.007
- Pomeshchikova, I.P., & Bykova, O.O. (2017). Changes gaming indicators of handball players of 13-14 years under the influence of exercises oriented by coordination. *Health, sport, rehabilitation*, 3(1), 51-57. doi.org/10.34142/zenodo.579588
- Shandrygos, V.I., Blazheyko, A.I., Latyshev, N.V., Tropyn, Y.N., Boychenko, N.V., & Myroshnychenko, Y.S. (2022). Analysis of the performances of the national team of Ukraine in women's wrestling at official competitions (1992–2021): second message. *Rehabilitation & Recreation*, 10, 170-183. doi.org/10.32782/2522-1795.2022.10.22
- Sutiono, A.P., Ramadan, R., Jarukasetporn, P., Takeuchi, J., Purwarianti, A., & Iida, H. (2015). A mathematical model of game refinement and its applications to sports games. *European Alliance for Innovation*, 15(5):e1, 217-222. DOI: 10.4108/eai.20-10-2015.150095
- Tsos, A., Pasko, V., Rovniy, A., Nesen, O., Pomeshchikova, I., & Mukha, V. (2018). The improvement of the technical readiness of 16-18 year-old rugby players with the use of the computer program «Rugby-13». *Physical Activity Review*, 6, 257-265. DOI:10.16926/par.2018.06.30
- Tropin, Y., Romanenko, V., Cynarski, W., Boychenko, N., & Kovalenko, J. (2022). Model characteristics of competitive activity of MMA mixed martial arts athletes of different weight categories. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport*, 2(26), 41-46. doi.org/10.15391/snsv.2022-2
- Zhang, B., Li, F., & Jiang, W. (2013). Mixed doubles match technical and tactical analysis of world badminton champion based on mathematical statistics. *Advances in Physical Education*, 3(4), 154-157. <http://dx.doi.org/10.4236/ape.2013.34025>
- [https://uk.wikipedia.org/wiki/Математична статистика](https://uk.wikipedia.org/wiki/Математична_статистика) [Elektronnyj resurs]. – Rezhyim dostupu <https://uk.wikipedia.org>

Стаття надійшла до редакції: 01.01.2023

Опубліковано: 03.02.2023

Abstract. *Perevoznik V., Tropin Y., Jerzy Skrobecki The use of methods of mathematical statistics in sports games. Purpose: to determine the features of the use of methods of mathematical statistics in sports games by analyzing scientific and methodological information, Internet sources and generalization of best practices. Material and methods. To establish the features of the use of methods of mathematical statistics in sports games, the following research methods were used: analysis of scientific and methodological information and the Internet, generalization of best practices. Results: the analysis of scientific and methodological information, Internet sources and generalization of the best practical experience allowed to establish that in the conducted pedagogical researches in sports games the use of methods of mathematical statistics is important during data processing. In their studies, many authors used various types of mathematical analysis and mathematical modeling. In sports activities, methods of statistical analysis are also used, without the use of which it is impossible to process the data obtained during the pedagogical experiment, to formulate conclusions, etc. It has been determined that with the help of mathematical analysis it is possible to predict the success of a martial artist, and these data give grounds for identifying the factors determining the growth of sportsmanship. Conclusions. The results of the conducted research showed that the use of methods of mathematical statistics is an important aspect in the processing of information in pedagogical research conducted in sports games. It is established that with the help of mathematical analysis it is possible to predict the success of an athlete, to build models of different aspects of sports fitness, to determine the various structural components of competitive activity, to conduct a comparative analysis of the results obtained, etc.*

Keywords: *mathematical statistics, research methods, sports games.*

References:

- Aleksyeyev, O.F., Romanenko, V.V. & Tropin, YU.M. (2022). Vzayemozv'yazok sensomotornykh reaktsiy z deyakymy komponentamy pidhotovlenosti taekvondystiv-yunioriv [The relationship of sensorimotor reactions with the active components of the preparation of taekwondo fighters-juniors.]. *Yedynoborstva* [Martial Arts], no 3(25), 4-17. DOI:10.15391/ed.2022-3.01 [in Ukrainian].
- Holokha, V.L., Romanenko, V.V., & Tropin, YU.M. (2022). Analiz uspishnoyi diyal'nosti ukrayins'kykh bortsiv vil'noho stylyu na Chempionati svitu U-23 u 2021 rotsi [Analysis of the competitive performance of Ukrainian freestyle wrestlers at the U-23 World Championship in 2021]. *Yedynoborstva* [Martial Arts], no 2(24), 4-16. DOI:10.15391/ed.2022-2.01 [in Ukrainian].
- Doroshenko, E. (2008). Prohnozuvannya v systemi upravlinnya zmahal'noyu diyal'nistyu u voleyboli [Forecasting in the management system of competitive activity in volleyball]. *Moloda sportyvni nauky Ukrayiny* [Young sports science of Ukraine], no 1, 111-115. [in Ukrainian].
- Kozina, ZH.L. (2007). Teoretychni osnovy i rezul'taty praktychnoho zastosuvannya systemnoho analizu v naukovykh doslidzhennyakh v oblasti sportyvnykh ihor [Theoretical foundations and results of practical application of system analysis in scientific research in the field of sports games]. *Teoriya i metodyka fizychnoho vykhovannya* [Physical Education Theory and Methodology], no 6, 15-18. Otrymano z <https://www.tmfv.com.ua/journal/article/view/318> [in Ukrainian].
- Latyshev, M.V., Shandryhos', V.I., Tropin, YU.M., & Yas'ko, L.V. (2020). Vykorystannya klasternoho analizu dlya otsinky rezul'tativ vystupiv olimpiys'kykh chempioniv z vil'noyi borot'by [Using cluster analysis to evaluate the performance results of Olympic freestyle wrestling champions]. *Zbirnyk naukovykh statey III Vseukrayins'koyi elektronnoyi naukovo-praktychnoyi konferentsiyi z mizhnarodnoyi uchasti «Innovatsiyini ta informatsiyini tekhnolohiyi u fizychniy kul'turi, sporti, fizychniy terapiyi ta erhoterapiyi»*, K.: NUFVSU [Collection of scientific articles of the III All-Ukrainian electronic scientific and practical conference with international participation "Innovative and information technologies in physical culture, sports, physical therapy and occupational therapy", K.: NUFVSU]. [in Ukrainian].
- Latyshev, N.V., & Tropyn, YU.N. (2020). Analiz sportyvnykh kar'er olymпыyskykh chempyonov v hreko-rymskoy bor'be [Analysis of sports careers of Olympic champions in Greco-Roman wrestling]. *Yedynoborstva* [Martial Arts], no 1(15), 22-34. DOI:10.15391/ed.2020-1.03 [in Russian].
- Mulyk, V.V., & Kraynyk YA.B. (2019). Kil'kisni kharakterystyky rukhovykh diy yunykh futbolistiv pid chas zmahal'noyi diyal'nosti na etapi poperedn'o-bazovoyi pidhotovky [Quantitative characteristics of motor actions of young football players during competitive activities at the stage of preliminary basic training]. *Sportyvni ihry* [Sports games], no 4(14), 48-57. doi: 10.15391/si.2019-4.05 [in Ukrainian].
- Perevoznyk, V.I., & Pertsukhov, A.A. (2017). Model'ni pokaznyky sorevnovatel'noy diyal'nosti futbolistiv vysokoyi kvalifikatsiyi [Model indicators of the competitive activity of highly qualified football players]. *Sportyvni ihry* [Sports games], no 1, 41-45. [in Russian].
- Perevoznyk, V.I., & Paevskyy, V.V. (2019). Porivnyal'nyy analiz ihor komandnoho hrupovoho turniru finalu chempionativ svitu po futbolu 2014, 2018 r. h. [Comparative analysis of team games of the group tournament of the finals of the 2014 and 2018 World Football Championships]. *Naukovyy chasopys NPU imeni M.P. Drahomanova* [Scientific journal of the M.P. Drahomanova], no 5(113), 117-123. [in Russian].
- Perevoznyk, V.I., Mulyk, V.V., & Payevs'kyk, V.V. (2020). Pokaznyky tekhniko-taktychnykh diy (odnoborstva) komandy «METALIST-1925» na chempionati Ukrayiny 2019 roku [Indicators of technical and tactical actions (single combat) of the «METALIST-1925» team in the 2019 Ukrainian Championship]. *Slobozhans'kyk naukovo-sportyvnyy visnyk*

- [Slobozhanskyi Herald of Science and Sport], no 4(78), 24-29. doi.org/10.15391/snsv.2020-4.004 [in Ukrainian].
- Perevoznyk, V.I., & Payevs'kyi, V.V. (2021). Porivnyal'nyy analiz tekhniko-taktychnykh diy (na prykladi vidboru m'yacha) komandy Metalist-1925 u riznykh zonakh futbol'noho polya v ihrakh chempionatu Ukrayiny 2019 [Comparative analysis of technical and tactical actions (using the example of ball selection) of the Metalist-1925 team in different zones of the football field in the games of the championship of Ukraine 2019]. *Sportyvni ihry* [Sports games], no 2(20), 64-71. doi: 10.15391/si.2021-2.06 [in Ukrainian].
- Perevoznyk, V.I., & Pertsukhov, A.O. (2022). Analiz pokaznykiv prosuvannya m'yacha futbolistiv vysokoyi kvalifikatsiyi v umovakh zmahal'noyi diyal'nosti [Analysis of indicators of ball advancement by highly qualified football players in conditions of competitive activity]. *Sportyvni ihry* [Sports games], no 3(25), 122-129. doi: 10.15391/si.2022-3.11 [in Ukrainian].
- Pomeshchykova, I.P., & Filenko, L.V. (2019). Vdoskonalennya taktychnoyi pidhotovky yunyykh basketbolistiv 14-16 rokiv za dopomohoyu informatsiynykh tekhnolohiy [Improvement of tactical training of young basketball players aged 14-16 by means of information technologies]. *Sportyvni ihry* [Sports games], no 3(13), 41-48. doi: 10.15391/si.2019-3.05 [in Ukrainian].
- Pomeshchykova, I., Bondarenko, M., Chervona, S., & Kudimova, O. (2022). Ihrovi pokaznyky basketbolistiv riznoho amplitudu komandy superlihy BK «Kharkivs'ki Sokoly» [Performance indicators of basketball players of various roles of the BC «Kharkivskii Sokoly» super league team]. *Problemy i perspektyvy rozvytku sportyvnykh ihor i yedynoborstv u vyshchyykh navchal'nykh zakladakh* [Problems and prospects of development of sports games and martial arts in higher educational institutions], no 1, 107-114. [in Ukrainian].
- Romanenko, V.V., Tropin, YU.M., & Kulida, A.O. (2021). Analiz zmahal'noyi diyal'nosti kvalifikovanykh tekhnondystiv-yunioriv [Analysis of the competitive activity of qualified junior taekwondo players]. *Yedynoborstva* [Martial Arts], no 3(21), 44-59. DOI:10.15391/ed.2021-3.05 [in Ukrainian].
- Tarasevych, O.A. (2020). Osoblyvosti hendernykh skhozhostey i vidminnostey u sport·smeniv, shcho spetsializuyut'sya v sportyvnykh ihrakh [Peculiarities of gender similarities and differences in athletes specializing in sports games]. *Sportyvni ihry* [Sports games], no 3(17), 103-114. doi: 10.15391/si.2020-3.10 [in Ukrainian].
- Tropin, YU.N., Latyshev, N.V., & Ayvars, Kaupuzhs (2021). Metody matematycheskoy statystyky v yedynoborstvakh [Methods of mathematical statistics in martial arts. Problems and prospects of the development of sports games and martial arts in higher educational institutions]. *Problemy i perspektyvy rozvytku sportyvnykh ihor i yedynoborstv u vyshchyykh navchal'nykh zakladakh. Zbirnyk statey KHVII mizhnarodnoyi naukovoï konferentsiyi, Kharkiv: KHDAFK* [Collection of articles of the 17th international scientific conference, Kharkiv: KhDAFK], 37-41. [in Ukrainian].
- Tropin, YU.M., Perevoznyk, V.I., & Myroshnychenko, YE.S. (2022). Model'ni kharakterystyky zmahal'noyi diyal'nosti biytsiv zmishanykh yedynoborstv MMA riznykh vahovykh katehoriy [Model characteristics of the competitive activity of MMA mixed martial arts fighters of different weight categories]. *Yedynoborstva* [Martial Arts], no 3, 90-103. DOI:10.15391/ed.2022-3.08 [in Ukrainian].
- Tropin, YU.M., Holokha, V.L., Romanenko, V.V., Shandryhos', V.I., & Ferenchuk, B.M. (2022). Analiz zmahal'noyi diyal'nosti vysokokvalifikovanykh sport·smenok u vil'niy borot'bi [Analysis of the competitive activity of highly qualified female athletes in freestyle wrestling]. *Yedynoborstva* [Martial Arts], no 4(26), 75-87. DOI:10.15391/ed.2022-4.08 [in Ukrainian].
- Filenko, L.V., & Nesen, O.O. (2018). Informatyzatsiya pidhotovky studentiv-handbolistiv za dopomohoyu mul'tymediynoyi komp'yuternoyi prohramy «Handbol» [Informatization of

- the training of handball students using the multimedia computer program «Handball»]. *Sportyvni ihry* [Sports games], no 1, 54-61. [in Ukrainian].
- Chucha N., & Pomeshchykova I. (2022). Analiz pokaznykiv tochnosti ditey m"yacha u koshyk v matchakh chempionatu Yevropy 2022 z basketbolu sered cholovichykh komand [Analysis of the accuracy indicators of throwing the ball into the basket in the matches of the 2022 European Championship in basketball among men's teams]. *Sportyvni ihry* [Sports games], no 4(26), 53-63. doi: 10.15391/si.2022-4.05 [in Ukrainian].
- Shevchenko, O.O., Merzlikin, M.O., & Chucha, N.I. (2020). Porivnyal'nyy analiz pokaznykiv motornoyi funktsional'noyi asymetriyi u studentiv sportyvnoyi spetsializatsiyi badminton, tenis [Comparative analysis of indicators of motor functional asymmetry in students of sports specialization badminton, tennis]. *Sportyvni ihry* [Sports games], no 3(17), 115-124. doi: 10.15391/si.2020-3.11 [in Ukrainian].
- Shevchenko, O.O., Tropin, YU.M. & Romanenko, V.V. (2021). Porivnyal'nyy analiz pokaznykiv sensomotornykh reaktsiy bortsiv ta sport-smeniv sportyvnykh ihor z raketkamy [Comparative analysis of indicators of sensorimotor reactions of wrestlers and athletes of sports games with rackets]. *Sportyvni ihry* [Sports games], no 3(21), 80-90. doi: 10.15391/si.2021-3.9 [in Ukrainian].
- Cao, Y., Peng, Y., Shen, Z., Chen, H., Peng, B., & Yan, X. (2022). Application of Tactics in Technical and Tactical Analysis of Table Tennis Mixed Doubles Based on Artificial Intelligence Graph Theory Model. *Journal of Environmental and Public Health*, no 20, 1022-1028. <https://doi.org/10.1155/2022/6543953>
- David, Aldous. Elo Ratings and the Sports Model: A Neglected Topic in Applied Probability? *Statist. Sci.* no 32(4) 616-629. <https://doi.org/10.1214/17-STS628>
- Latyshev, M., Tropin, Y., Podrigalo, L., & Boychenko, N. (2022). Analysis of the Relative Age Effect in Elite Wrestlers. *Ido movement for culture. Journal of Martial Arts Anthropology*, no 3, 28-32. DOI:10.14589/ido.22.3.5
- Li, M. (2022). Technical and Tactical Analysis of the Back Court of the Top Eight Badminton Women's Singles Matches in Rio Olympic Games. *International Journal of Social Science and Education Research*, no 5(9), 830-834.
- Maksimenko, I.G., Maksimenko, G.N., Komarova, I.G., & Baeva, D.N. (2020). Speed and speed-strength fitness of athletes specializing in various sports games. Theory and *Practice of Physical Culture*, no 7, 16-18. [in English]
- Olena, B., Valerij, D., Iryna, P., Evgeniya, S., Gleb, S., Alina, M., & Iryna, S. (2017). Changes in technical preparedness of 13-14-year-old handball players under the influence of coordination orientation exercises. *Journal of Physical Education and Sport*, no 17(3), 1899-1905. DOI:10.7752/jpes.2017.03185
- Pashkov, I., Tropin, Y., Romanenko, V., Goloha, V., & Kovalenko, J. (2021). Anlysis of competitive of highly qualified wrestlers. *Slobozhanskyi herald of science and sport*, no 9(5), 30-39. doi:10.15391/snsv.2021-5.003
- Perevoznyk, V., & Paievskyi, V. (2021). Indicators of technical and tactical actions (single combats, tackles, interceptions, strikes) of the Ukrainian national team in the games of 1/8 and 1/4 of the European Championship in 2020-2021. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport*, no 4(84), 44-49. doi.org/10.15391/snsv.2021-4.007
- Pomeshchikova, I.P., & Bykova, O.O. (2017). Changes gaming indicators of handball players of 13-14 years under the influence of exercises oriented by coordination. *Health, sport, rehabilitation*, no 3(1), 51-57. doi.org/10.34142/zenodo.579588
- Shandrygos, V.I., Blazheyko, A.I., Latyshev, N.V., Tropyn, Y.N., Boychenko, N.V., & Myroshnychenho, Y.S. (2022). Analysis of the performances of the national team of Ukraine in women's wrestling at official competitions (1992-2021): second message. *Rehabilitation & Recreation*, no 10, 170-183. doi.org/10.32782/2522-1795.2022.10.22

- Sutiono, A.P., Ramadan, R., Jarukasetporn, P., Takeuchi, J., Purwarianti, A., & Iida, H. (2015). A mathematical model of game refinement and its applications to sports games. *European Alliance for Innovation*, no 15(5):e1, 217-222. DOI: 10.4108/eai.20-10-2015.150095
- Tsos, A., Pasko, V., Rovniy, A., Nesen, O., Pomeshchikova, I., & Mukha, V. (2018). The improvement of the technical readiness of 16-18 year-old rugby players with the use of the computer program «Rugby-13». *Physical Activity Review*, no 6, 257-265. DOI:10.16926/par.2018.06.30
- Tropin, Y., Romanenko, V., Cynarski, W., Boychenko, N., & Kovalenko, J. (2022). Model characteristics of competitive activity of MMA mixed martial arts athletes of different weight categories. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport*, no 2(26), 41-46. doi.org/10.15391/snsv.2022-2
- Zhang, B., Li, F., & Jiang, W. (2013). Mixed doubles match technical and tactical analysis of world badminton champion based on mathematical statistics. *Advances in Physical Education*, no 3(4), 154-157. <http://dx.doi.org/10.4236/ape.2013.34025>
https://uk.wikipedia.org/wiki/Matematyczna_statystyka [Elektronnyj resurs]. – Rezhym dostupu <https://uk.wikipedia.org/wiki>

Відомості про авторів / Information about the Authors:

Перевозник Володимир Іванович: к.фіз.вих., професор; декан факультету спортивних ігор та одноборств; Харківська державна академія фізичної культури: вул. Клочківська, 99, м. Харків, 61058, Україна.

Volodymyr Perevoznik: PhD (Physical Education and Sport), Professor; Dean of the Faculty of Sports Games and Martial Arts; Kharkiv State Academy of Physical Culture: Klochkivska 99, Kharkiv, 61058, Ukraine.

<https://orcid.org/0000-0001-6798-1497>

E-mail: v.perevoznik60@gmail.com

Тропін Юрій Миколайович: к.фіз.вих., доцент; Харківська державна академія фізичної культури: вул. Клочківська, 99, м. Харків, 61058, Україна.

Yura Tropin: Phd (Physical Education and Sport), Associate Professor; Kharkiv State Academy of Physical Culture: Klochkovskaya st., 99, Kharkov, 61058, Ukraine.

<http://orcid.org/0000-0002-6691-2470>

E-mail: ryn.82@ukr.net

Єжи Скробецький: кафедра спорту, Гданський університет фізичного виховання і спорту, Казімежа Гурського 1, 80-336 Гданськ, Польща

Jerzy Skrobecki: Department of Sport, Gdansk University of Physical Education and Sport, Kazimierza Górskiego 1, 80-336 Gdansk, Poland

<https://orcid.org/0000-0001-8710-1151>

E-mail: jerzy.skrobecki@awf.gda.pl