

Застосування диференційованого підходу в тренувальному процесі дозволяє підвищити ефективність розвитку координаційних здібностей, зменшити ризики травматизму та забезпечити кращу адаптацію спортсменів до змінних умов змагальної діяльності. Оптимізація координаційної підготовки має важливе значення для вдосконалення техніко-тактичної майстерності спортсменів, що є критичним фактором у видах спорту, де точність і швидкість реакції мають вирішальне значення.

Таким чином, диференційований підхід до розвитку координаційних здібностей спортсменів є важливим компонентом сучасного тренувального процесу. Його впровадження передбачає врахування індивідуальних особливостей спортсменів, використання спеціалізованих засобів оцінки координаційної підготовки, інтеграцію сучасних технологій та психофізіологічних методів тренування. Подальші дослідження у цій сфері мають бути спрямовані на вдосконалення методичних підходів до розвитку координації, інтеграцію цифрових технологій у тренувальний процес та розробку інноваційних програм підготовки, що дозволять спортсменам досягати найвищих результатів у своїй спортивній кар'єрі.

Список використаних джерел:

1. Безкопильний О.О. Диференційований підхід при початковому навчанню плаванню дітей з різними властивостями основних нервових процесів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. наук з фіз. вих. і спорту : спец. 24.00.02 «Фізична культура, фізичне виховання різних груп населення». Х., 2009. 23 с.
2. Дейніченко Т.І. Диференціація навчання в процесі групової форми його організації (на прикладі предметів природничо-математичного циклу) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. пед. наук : 13.00.09 ; Харк. нац. пед. ун-т ім. Г.С. Сковороди. Х., 2006. 21 с.

Павло ХОМЕНКО,

*доктор педагогічних наук, професор
професор кафедри теорії та методики фізичного виховання,
адаптивної та масової фізичної культури
Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка;*

Сергій ЯРЕМЕНКО,

*аспірант кафедри теорії та методики фізичного виховання,
адаптивної та масової фізичної культури
Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка*

КОЕФІЦІЄНТ ХG У ФУТБОЛІ: ІСТОРІЯ, МЕТОДИКА ВИВЧЕННЯ ТА ІНФОРМАТИВНІСТЬ

Ключові слова: очікувані голи (xG), футбольна аналітика, математичні моделі, Англійська Прем'єр-ліга (АПЛ), прогнозування результатів, футбольна статистика, ефективність команд, реалізація моментів, логістична регресія, машинне навчання.

Останніми роками у футбольній аналітиці з'явилися нові підходи, що дозволяють глибше оцінити гру. Одним із найважливіших і найбільш уживаних показників став коефіцієнт очікуваних голів (Expected Goals, xG). Вперше запропонований аналітиками у 2012 році, за останнє десятиріччя xG міцно утвердився як ключовий інструмент оцінювання гри команд і гравців. По суті, xG визначає ймовірність того, що кожен конкретний удар завершиться голом, на основі історичних даних про тисячі схожих ситуацій. Кожному удару модель xG призначає значення від 0 (нульовий шанс на гол) до 1 (гарантований гол); наприклад, постріл з дальньої відстані може отримати $\sim 0,1$ (10% шанс забити), тоді як удар з кількох метрів у порожні ворота – близько 0,8-0,9. Такий підхід кількісно відображає якість голевих моментів, даючи об'єктивнішу картину атакуючої ефективності, ніж проста кількість забитих голів.

Метрика xG стала широко застосовуваною серед тренерів, аналітиків та вболівальників для оцінки продуктивності команд і футболістів. Важливо, що показник xG тісно пов'язаний із майбутніми результатами: дослідження засвідчили, що xG є кращим предиктором успіху команди, ніж традиційні статистичні метрики (удари, відсоток володіння тощо).

Метою цієї статті є розкрити сутність коефіцієнта xG, пояснити його значення у футбольній аналітиці та роль у прогнозуванні результатів матчів. У основній частині розглянуто базові математичні моделі розрахунку xG та принципи їх роботи, проаналізовано дані Англійської Прем'єр-ліги щодо використання xG для оцінки команд і гравців, а також наведено приклади реальних матчів і сезонних тенденцій, які ілюструють практичну цінність цього показника. Спираючись на статистичні дані з авторитетних джерел, стаття демонструє інформативність xG та підтверджує його корисність у прогнозуванні футбольних результатів.

Коефіцієнт xG відображає очікувану кількість голів на основі якості створених моментів. На відміну від традиційної статистики, що фіксує лише факт голу, xG враховує низку факторів, які впливають на ймовірність взяття воріт. Серед основних змінних – відстань до воріт, кут удару, частина тіла, якою завдано удар (нога чи голова), тип передачі або розвитку атаки перед ударом, тиск захисників та позиція воротаря. Усі ці параметри закладаються в модель, яка присвоює кожному удару оцінку від 0 до 1, що відповідає ймовірності голу. Сумуючи xG усіх ударів за матч, можна отримати загальний очікуваний рахунок команди. Таким чином, xG показує, скільки голів команда «мала б» забити з огляду на створені моменти, усуваючи значною мірою вплив випадковості гри. Це дозволяє більш справедливо оцінити атакуючу продуктивність обох команд, незалежно від підсумкового рахунку.

Аналіз переваг xG. Метрика xG дає змогу оцінити гру глибше, ніж рахунок на табло. Традиційні показники (кількість голів, ударів, відсоток володіння тощо) не завжди відображають реальну перевагу. Команда може виграти 1:0, створивши мінімум моментів, або, навпаки, програти, попри велику кількість нагод. Значення xG якраз і полягає в тому, щоб зафіксувати *якість* шансів. Якщо команда завершила матч з сумарним $xG=2.5$, але прогала 0:1, це свідчить про нереалізовані можливості – за нормальної реалізації вона могла забити 2–3 голи. І навпаки, перемога 1:0 при xG лише ~ 0.5 радше вказує на везіння або виняткову реалізацію єдиного шансу. Таким чином xG

допомагає відрізнити, де команді пощастило, а де вона справді переважала суперника за грою. Це цінно для тренерів та аналітиків: замість оперування лише голами, вони отримують показник, що враховує усі створені моменти та їхню якість. Зокрема, показник xG надає неупереджену оцінку того, скільки голів команда *мала б* забити та пропустити за матч, виходячи з перебігу гри.

Оцінка гравців та прогнозування. xG широко використовується і для аналізу індивідуальної результативності футболістів. Кількість голів форварда не завжди відображає його внесок: нападник, який у матчі не забив, але напрацював на $xG=1.2$, фактично постійно загрожував воротам і створював нагоди. Навпаки, гравець може забити двічі з сумарного $xG=0.3$ – такі випадки вказують на або феноменальну майстерність реалізації, або на велику долю випадковості.

Аналітики враховують це при оцінці ефективності: стабільне перевищення кількості голів над xG може свідчити про високий клас нападника (або ж про фортуна, що довго не триватиме), тоді як систематичне відставання голів від xG сигналізує про проблеми з реалізацією моментів. Відповідно, показники xG допомагають у селекції та тренувальному процесі – з їхньою допомогою виявляють гравців, які або створюють багато якісних моментів, або ж регулярно не реалізують свої шанси.

Крім післяматчевої аналітики, xG має важливе значення для прогнозування результатів. Оскільки цей коефіцієнт відображає приховану силу команди (її здатність створювати моменти і не дозволяти супернику створювати свої), він використовується в моделях прогнозу турнірних показників.

Більш високий сумарний xG команди зазвичай відповідає більшій імовірності перемоги. На довгій дистанції чемпіонату показник xG є одним із найкращих індикаторів майбутнього успіху: як показали дослідження, співвідношення забитих і пропущених голів, очікуваних за xG (так званий xG-рейтинг команди), корелює з набраними очками сильніше, ніж традиційні метрики на кшталт різниці справжніх голів чи кількості ударів.

Іншими словами, команди, що стабільно перевершують суперників за xG, зазвичай досягають вищих місць у таблиці. В одному з недавніх наукових аналізів підтверджено, що показник xG є кращим предиктором майбутньої успішності команди, ніж будь-яка інша традиційна статистика.

Це робить його цінним інструментом не лише для опису гри, але й для прогнозування результатів на дистанції.

Методи розрахунку показника xG базуються на статистичних моделях, що оцінюють імовірність голу для кожного удару. Найпростішою постановкою є задача бінарної класифікації: чи закінчиться удар голом (так/ні). Для її розв'язання застосовують як класичні статистичні методи, так і сучасні алгоритми машинного навчання. Зокрема, у літературі описано побудову xG-моделей за допомогою логістичної регресії, градієнтного бустингу (дерев рішень), нейронних мереж, методів опорних векторів тощо.

Усі ці підходи на основі параметрів удару обчислюють ймовірність результативного завершення атаки, тобто на виході моделі отримуємо число від 0 до 1, а не просто категоричну відповідь. Логістична регресія була одним із перших і залишається базовим підходом при побудові xG, оскільки дає інтерпретовані коефіцієнти (вагу впливу кожного фактора) та достатню точність прогнозу. Зі збільшенням доступних обсягів даних стали популярними й більш складні алгоритми – наприклад, дослідження 2023 р.

продемонструвало успішне використання ансамблевих методів і нейромереж для підвищення

У тій же роботі було показано, що додавання нових змінних (таких як рівень майстерності гравця чи психологічний стан після попередніх подій) може істотно вплинути на результати моделювання xG, зменшивши похибку прогнозів до рівня, конкурентного з найкращими промисловими зразками моделей.

Незалежно від конкретного алгоритму, усі моделі xG спираються на подібний набір факторів, що описують кожен удар. Як зазначалося, ключовими є просторові характеристики (відстань до воріт та кут напрямку удару), тип удару (з гри, зі штрафного, головою тощо), ситуаційні обставини (наявність і тиск захисників, позиція воротаря, тип передачі перед ударом) тощо.

Для побудови моделі велика вибірка реалізованих і нереалізованих ударів ділиться за цими ознаками, й на основі історичних даних оцінюється ймовірність голу в залежності від їх поєднання. Приміром, стандартна модель може враховувати лише відстань, кут, частину тіла і тип пасу – тоді як більш просунута додасть інформацію про розташування воротаря та усіх гравців на полі в момент удару. Тому різні провайдери статистики пропонують дещо відмінні оцінки xG. Методології розрахунку, що використовують компанії (Opta, StatsBomb, Understat та ін.), є пропрієтарними, однак загальні принципи в них схожі.

У результаті один і той самий момент може отримати незначно різне значення xG залежно від моделі – наприклад, «базова» модель оцінить шанс у 0.30, а більш детальна, врахувавши додаткові фактори, – скажімо, у 0.35. Важливо, що обидві цифри інтерпретуються однаково: як 30-35% імовірність голу. Таким чином, хоча реалізації xG-моделей можуть різнитися, їхній фундамент – це статистичне оцінювання ймовірності гола на основі сукупності факторів удару [1].

Для демонстрації практичної цінності xG розглянемо дані Англійської Прем'єр-ліги (АПЛ) – ліги, де метрика xG нині активно використовується для аналізу ефективності. Як правило, команди, що лідирують за сумарними очікуваними голами, знаходяться і на верхівці турнірної таблиці. Приміром, у сезоні АПЛ 2022/23 чемпіон Англії «Манчестер Сіті» створив найбільше голевих моментів (близько 80 очікуваних голів за сезон) – ця креативність стала однією з причин їхнього домінування. Водночас фактичний віце-чемпіон «Арсенал» за показником xG був лише п'ятим у лізі, тоді як «Ліверпуль» посів за xG друге місце, хоч завершив чемпіонат на позицію нижче.

Це вказує, що *Ліверпуль* створював більше якісних шансів, ніж *Арсенал*, але реалізація та оборона зумовили різницю в очках. Цікаво, що «Брайтон» за сумою xG фінішував третім – тобто за якістю нагод ця команда відповідала рівню зони Ліги Чемпіонів. Навпаки, аутсайдери ліги мали найнижчі xG: напряду вилетівший «Саутгемптон» був передостаннім і за створеними очікуваними голами. Таким чином, xG-таблиця в цілому відображає атаквальний потенціал команд і часто пояснює їхні результати в турнірі.

Узагальнені показники підтверджують інформативність xG. За даними сезону 2022/23, домашні команди в середньому забивали 1.63 гола за матч при середньому xG=1.67, гості – 1.22 гола при xG=1.30.

Близькість цих величин свідчить, що на дистанції сезону сумарні очікувані голи команди добре відповідають реальній результативності. Тому різниця між забитими і пропущеними xG (xG for – xG against) є корисною метрикою для оцінки сили команди. Справді, було показано, що така xG-різниця корелює з набраними очками краще, ніж будь-які інші традиційні статистики. xG дозволяє виявити випадки перевищення або недобору результату порівняно з якістю гри, тобто везіння чи невдачі в реалізації. Аналіз АПЛ пропонує яскраві приклади. Так, у сезоні 2022/23 «Тоттенгем Готспур» забив 70 м'ячів, хоча за створеними моментами мав забити лише ~57 (+13 голів до очікуваного) [2].

Це найбільше позитивне відхилення в лізі, значною мірою зумовлене феноменальною грою нападника Гаррі Кейна. Завдяки високій реалізації окремих гравців *Тоттенгем* забив більше, ніж «обіцяв» xG. Натомість «Евертон» став прикладом протилежного явища: команда забила лише 34 голи, хоч мала б близько 49 (xG=48.65) – від'ємне відхилення майже у –15 голів.

Така масштабна нереалізація серйозно вплинула на результати: *Евертон* до останнього туру боровся за виживання, і якби реалізація моментів була ближчою до середньої (очікуваної), клуб міг би уникнути боротьби за збереження місця в еліті. Близькими до *Евертона* за хронічними проблемами з реалізацією були у тому сезоні і «Челсі», і «Манчестер Юнайтед» – кожен недорахувався понад 13 умовних голів відносно свого xG, що відповідно пояснює їхні невдачі виступи. Натомість «Манчестер Сіті» і «Арсенал» перевершили свої xG на +9.7 та +11 голів відповідно, показавши високий клас реалізації моментів, який підтримував їх у гонитві за чемпіонство.

xG застосовується і для оцінки індивідуальної майстерності нападників. Наприклад, за першу половину сезону АПЛ 2023/24 Сон Хин Мін із «Тоттенгема» забив 12 голів при сумарному xG=7.12, перевиконання майже на +4.9 гола. Він очолював лігу за цим показником, демонструючи феноменальну реалізацію – кожна його нагода конвертувалася в гол набагато частіше, ніж в середньому очікувалося. На протилежному полюсі опинився Домінік Калверт-Льюїс з «Евертона»: у нього тільки 3 голи при xG=6.92 (–3.9 гола від очікуваного). Також показовим був Дарвін Нуньєс («Ліверпуль»), який до середини сезону забив ~5 голів з xG понад 8 (відставання –3.66). Такі цифри означають, що Нуньєс і Калверт-Льюїс марнували багато вигідних шансів – їхня результативність могла б бути майже вдвічі вищою за нормальної реалізації. Аналіз подібних відхилень допомагає тренерам зрозуміти, над чим слід працювати: чи то над технікою завершення атак, чи то над психологічною впевненістю гравця. Скаути використовують xG-статистику, щоб виявити недооцінених нападників, які стабільно створюють моменти (високий xG), навіть якщо поки що мало забивають – адже вважається, що з часом їхня реалізація може підтягнутися до очікуваного рівня. І навпаки, гравці, чия аномально висока реалізація тримається лише на везінні, можуть розглядатися як кандидати на спад результативності.

Практичне застосування xG найкраще проявляється у випадках, коли рахунок матчу не відображає баланс створених моментів. У сучасному футболі відомо чимало прикладів, коли команда з перевагою за xG втрачала очки. За статистикою АПЛ 2022/23, приблизно у 38.7% матчів команда, яка створила більше якісних шансів (вищий xG), не

вигравала поєдинок. Найчастіше це траплялося через нічий або мінімальні поразки всупереч перевазі однієї зі сторін. Футбол залишається малорезультативною грою, де фактор випадковості значний – і xG висвітлює ці випадки невідповідності.

Яскравим прикладом є матч ЧС-2022 між Японією та Коста-Рикою. Збірна Японії тоді програла 0:1, хоча суттєво перевершила суперника за якістю моментів: Коста-Рика за весь матч напрацювала лише ~0.17 xG (тобто практично не створила нагод). Єдиний гол костариканців прилетів після далекого удару, тоді як японці марнували свої шанси. Цей випадок показує, як поодинокий вдалий постріл (і частка везіння) може переважити солідну перевагу за грою. З позиції xG, результат того матчу виглядав нелогічним – Коста-Рика здобула перемогу, яка була малоімовірною на підставі створених моментів. Натомість xG-статистика дозволяє зробити висновок, що Японія грала достатньо добре, щоб як мінімум не програти, і поразка пояснюється радше винятковим збігом обставин.

Численні матчі внутрішніх чемпіонатів також ілюструють інформативність xG. Команда, що регулярно перевершує суперників за очікуваними голами, у довгій перспективі починає досягати кращих результатів – невдачі, спричинені поганою реалізацією, як правило, носять тимчасовий характер. Наприклад, якщо протягом кількох турів клуб створює значно більше моментів, ніж пропускає (високий позитивний баланс xG), але через невдачу завершення матчі завершує внічию або поразкою, аналітики прогнозують, що в подальших іграх результати повинні покращитися при збереженні такої якості гри. І навпаки, команда, яка виграє матчі з мінімуму шансів, не здатна постійно тримати такий рівень удачі – рано чи пізно брак створених нагод призведе до втрати очок. Таким чином, xG використовується не лише для постфактум аналізу, а й для виявлення тенденцій. Якщо дані показують систематичне відхилення між xG та реальними голами, можна очікувати корекції: показники xG «тягнуть» за собою результат в довгостроковій перспективі. Це підтверджується і практикою: скажімо, у другій половині сезону 2022/23 такі команди як *Ліверпуль* та *Брайтон* (які раніше недобирали очки при високому xG) покращили турнірне становище, тоді як у *Ньюкасл Юнайтед*, що певний час перегравав суперників завдяки високій реалізації, стався спад, коли фортуна зрівноважилася.

Отже, метрика xG дозволяє розкрити приховані аспекти гри. Вона показує, наскільки заслуженим був результат: чи справді команда переграла опонента, чи, можливо, рахунок став наслідком кращої реалізації/помилки, не підкріплених загальною якістю гри. Для тренерів це сигнал про необхідність змін: якщо команда стабільно програє по xG, треба покращувати створення моментів або гру в обороні; якщо ж xG високий, а результатів немає – слід попрацювати над реалізацією або чекати, поки «чорна смуга» завершиться. Для аналітиків і фанатів xG став зручним інструментом, що додає контекст до рахунку матчу і робить футбольні дискусії більш предметними – з опорою на дані, а не лише суб'єктивні враження [1].

Коефіцієнт очікуваних голів (xG) зарекомендував себе як надзвичайно інформативний показник у сучасному футболі. Він дає змогу кількісно оцінити якість голевих моментів, пропонуючи більш точний і нюансований погляд на гру, ніж традиційні статистичні показники. Аналіз xG доповнює рахунок матчу, розділяючи внесок майстерності і випадковості: завдяки йому можна зрозуміти, *скільки* команда повинна була забивати та пропускати, виходячи з створених моментів, незалежно від того, скільки

голів було забито насправді. В дослідженні було підтверджено, що xG перевершує класичні метрики за здатністю прогнозувати майбутні результати, а приклади з АПЛ продемонстрували його практичну цінність для оцінки команд і гравців. Звичайно, xG не скасовує фактичного рахунку і не може гарантувати підсумок окремого матчу – в окремих іграх футбол залишається непередбачуваним. Проте у довгостроковій перспективі показник xG забезпечує об'єктивніший вимір сили команди, що допомагає робити обґрунтовані висновки та прогнози. Інформативність xG, підтверджена статистичними даними і реальними кейсами, робить його невід'ємною частиною арсеналу футбольної аналітики. Очікувані голи вже стали одним із наріжних каменів аналізу ефективності у футболі, і надалі відіграватимуть провідну роль у оцінці гри, відборі гравців та розробці тактичних рішень у цьому виді спорту.

Список використаних джерел:

1. journals.plos.org
2. premierleaguenow.co.uk

Інна ШАПАРЕНКО,

кандидат біологічних наук, доцент,

*доцент кафедри медико-біологічних дисциплін і фізичного виховання
Полтавського національного педагогічного університету імені В. Г. Короленка*

БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ СПОРТИВНОГО ВІДБОРУ ДО ЛЕГКОЇ АТЛЕТИКИ

Ключові слова: *спортивний відбір, спортивна орієнтація, легка атлетика, спринтери, стаєри, стрибунки, метальники.*

Ріст результатів у спорті залежить від методики і тактики спортивного тренування, прогресу технічних засобів, своєчасної та ефективної реабілітації спортсменів, а також від росту масовості й раціонального спортивного відбору. Розглядаючи спорт як професійну діяльність людини, підкреслимо важливість спортивного відбору.

Спортивний відбір – це система організаційно-методичних заходів, що включають педагогічні, медико-біологічні, психологічні й соціологічні методи дослідження, на підставі яких виявляються здібності дітей, підлітків і юнаків до спеціалізації у певному виді спорту чи групі видів спорту [2]. Тобто, спортивний відбір – це процес пошуку найбільш обдарованих людей здатних досягти високих результатів у конкретному виді спорту [3].

Спортивна орієнтація – система організаційно-методичних заходів, що дозволяють намітити напрям спеціалізації юного спортсмена в певному виді спорту. Спортивна орієнтація виходить з оцінки можливостей конкретної людини, на основі якої проводиться вибір самої відповідної для неї спортивної діяльності [2].

Найвищим рівнем спортивного відбору є спортивна селекція, що є системою заходів, які передбачають періодичний відбір кращих спортсменів, відбір спортивної еліти, таланту в спорті на різних етапах спортивного вдосконалення.