

УДК 519.6

<https://doi.org/10.17721/1812-5409.2021/2.16>

Кузьменко О.В.¹, д.е.н., проф.
Койбічук В.В.², к.е.н., доц.
Яценко В.В.³, к.т.н., доц.
Грищенко К.Г.⁴, к.т.н., доц.

Дослідження світових тенденцій розвитку кіберспорту за допомогою методів Data Mining

¹ Сумський державний університет, 40000, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, e-mail: o.kuzmenko@biem.sumdu.edu.ua

² Сумський державний університет, 40000, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2,, e-mail: v.koibichuk@uabs.sumdu.edu.ua

³ Сумський державний університет, 40000, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2, e-mail: v.yatsenko@uabs.sumdu.edu.ua

⁴ Сумський державний університет, 40000, м. Суми, вул. Римського-Корсакова, 2,, e-mail: k.hrytsenko@uabs.sumdu.edu.ua

O.V. Kuzmenko¹, D.Sc., Prof.,
V.V. Koibichuk², Ph.D, Associate Prof.
V.V. Yatsenko³, Ph.D, Associate Prof.
K.G. Hrytsenko⁴, Ph.D, Associate Prof.

Research of e-sports development world tendencies on the base of Data Mining methods

¹ Sumy State University, 40000, Sumy, Rimsky-Korsakov str., 1, e-mail: o.kuzmenko@biem.sumdu.edu.ua

² Sumy State University, 40000, Sumy, Rimsky-Korsakov str., 1, e-mail: v.koibichuk@uabs.sumdu.edu.ua

³ Sumy State University, 40000, Sumy, Rimsky-Korsakov str., 1, e-mail: v.yatsenko@uabs.sumdu.edu.ua

⁴ Sumy State University, 40000, Sumy, Rimsky-Korsakov str., 1, e-mail: k.hrytsenko@uabs.sumdu.edu.ua

У статті проведено аналіз сучасного стану та тенденцій розвитку кіберспорту у світі за допомогою дослідження часового ряду кількості запитів інтернет-користувачів, отриманого шляхом застосування Google Trends. Визначено основні фактори підйому зацікавленості у кіберспорті. Ідентифіковано позитивні та негативні наслідки розвитку кіберспорту у світі. Проведене прогнозування світових тенденцій кіберспорту за допомогою методів інтелектуального аналізу даних - побудови MAR-сплайнів. Встановлено, що кіберспорт виступає основою практичного застосування кіберспортивних технологій у різних галузях.

Ключові слова: кіберспорт, Google Trends, MAR-сплайни.

The article analyzes the current state and trends of e-sports in the world by studying the time series of the number of requests from Internet users, obtained through the use of Google Trends. The positive and negative consequences of e-sports development in the world have been identified. The forecasting of world tendencies of e-sports by means of methods of data mining is carried out. Using the application of multivariate adaptive regression splines (MARSplines), a model of the relationship between the predictor - a time indicator and the dependent variable - the time series of the number of requests of Internet users, which are non-monotonic in nature and provide the possibility of regression switching points. The adequacy of the constructed model is proved by means of regression statistics and histogram of correspondence of residuals to the normal distribution law. The expediency of using the method of multivariate adaptive regression splines (MARSplines) before other statistical methods is substantiated.

Key Words: eSports, Google Trends, MAR splines

Статтю представив д.ф.-м.н. Пашко А.О.

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями

Кіберспорт сформував новітню індустрію, що набуває все більшої економічної, соціальної та культурної ролі в суспільстві. Вже сьогодні кіберспорт є глобальним явищем, яке притаманне навіть країнам, що розвиваються. У той же час, справедливо зазначити, що стрімке поширення кіберспорту спричиняє суттєвий дисбаланс з огляду на його внесок у соціально-економічний розвиток суспільства. Поряд з популярністю та прихильністю, кіберспорт опинився на перетині протилежних поглядів на взаємозв'язок та взаємовплив людини й комп'ютерної техніки. Орієнтуючись на наявні результати досліджень з цього питання, формується висновок, що такий дисбаланс є наслідком різних підходів держави до цього явища, а також освіченості, культури й ментальності населення певної країни. Кіберспорт охоплює значну чисельність населення держави та широкий спектр професій. Так у кіберспортивній галузі задіяні не тільки гравці, але й програмісти, розробники ігор, менеджери по розвитку команд та організації турнірів, маркетологи, телерадіокомпанії, численні спонсорські організації та державні органи влади.

Зважаючи на щорічне зростання впливу кіберспорт в суспільстві та економіці держави, актуальності набуває дослідження світових тенденцій його розвитку. В якості інструменту встановлення вектору руху кіберспорту запропоновано обрати Data Mining.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Досліджуючи категорію «кіберспорт», вчені опікуються рядом важливих питань та проблемних аспектів, які мають прямий чи опосередкований зв'язок з цим поняттям, а саме: Скотт М. Дж., Саммерлі Р., Бесомбес Н., Конноллі К., Гаврисяк Дж., Халеві Т., Патрік Вільямс Дж. [1] розробляють навчальні програми з кіберспорту у вищих навчальних закладах; Санауджа-Перис Г., Камачо М. М., Баладо-Альбиол М. [2] описують консолідацію кіберспорту в умовах пандемії; Лим С., Юнг С., Ха Дж. [3] пропонують візуальний алгоритм віртуального кіберспорту для онлайн-охорони здоров'я; Уотсон Б., Сп'ют Дж., Кім Дж., Лістман

Дж., Кім, С., Віммер Р., Лі Б. [4] описують конкурентоспроможність кіберспорту; Криглштейн, С., Мартин-Нидекен, А. Л., Турмо Видал, Л., Кларковски, М., Роджерс, К., Туркай, С., Хмяляйнен, П [0] розкривають теперішнє та майбутнє кіберспорту; Гьондоду С., Колак О.Х., Доган Е.А., Гюльбетекин Е., Полат Е. [6] оцінюють розумову втому та стрес гравців, які займаються кіберспортом, за допомогою злиття даних. Особливості аналізу та оцінювання функціонування та розвитку кіберспорту у своїх трактатах розкривають такі фахівці: Ван Х., Хуо Х. та Чжан Д. [7] щодо структурного аналізу мережі промислових асоціацій кіберспорту на основі складної теорії мережі. Досвід різних країн світу у кіберспортивній галузі висвітлюються у наукових надбаннях сучасних науковців: Го Х. [8] відносно дослідження рекламного маркетингу кіберспорту в Китаї; Бал М. А. [8] стосовно комунікацій у кіберспорті у Туреччині;

Для вивчення сучасного стану та тенденцій розвитку кіберспорту у світі було проведено аналіз літератури шляхом бібліографії терміну «e-sport» (кіберспорт) за останні роки, у різних галузях знань з застосуванням програми VOSViewerv.1.6.10. Результати досліджень представлені у графічному вигляді (рис.1 та рис.2). Наукова бібліографія даного поняття представлена за допомогою карти з використанням архівних зібрань Scopus.

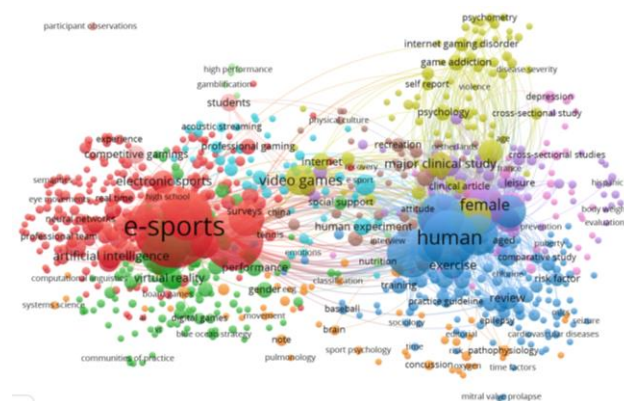


Рис.1 Наукова бібліографія поняття «e-sport» (кіберспорт) за останні роки з застосуванням програми VOSViewerv.1.6.10.

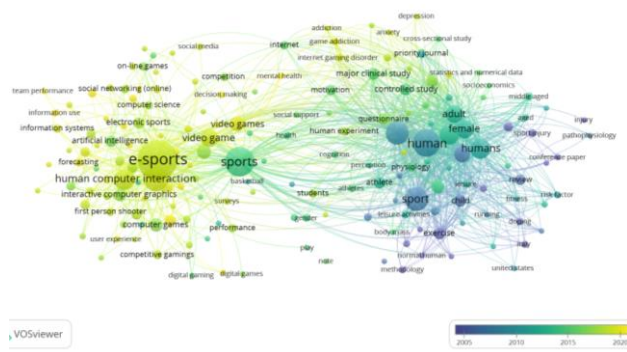


Рис.2 Періодограма наукової бібліографії поняття «e-sport» (кіберспорт) за останні роки з застосуванням програми VOSViewerv.1.6.10.

Розглянувши рис.1 та рис.2 можна стверджувати, що тема кіберспорту є досить актуальною в сучасних умовах розвитку наукової думки проте не досить розробленою. В своїй більшості, в наукових дослідженнях кіберспорт, асоціювався з багатьма іншими економічним поняттями, як інструмент реалізації певних процесів. Так, карта бібліографічного поняття «e-sport» (кіберспорт) представлена за допомогою кластерів, які згруповані за напрямком даного питання. Дане поняття включає в себе 5 кластерів, які позначено на графіку різними кольорами. Найбільш вагомими з них є кластери пов'язані з поняттями штучний інтелект, комп'ютерний геймінг, спорт, здоров'я та інші. З рис.2 чітко видно, що кіберспорт набув найбільшої популярності саме за останній період.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується стаття.

Незважаючи на наявні досягнення у напрямку кіберспорту, наразі залишається ряд невирішених питань щодо особливостей функціонування та розвитку кіберспортивної галузі в частині визначення пріоритетних тенденцій її розвитку, що потребує подальших поглиблених досліджень.

Формулювання цілей статті

Метою статті є дослідження світових тенденцій розвитку кіберспорту за допомогою методів Data Mining.

Виклад основного матеріалу

Кіберспорт представляє собою спосіб on-line спілкування шляхом використання мережі Інтернет; певна розважальна діяльність, що передбачає змагання у електронних іграх. Наразі він займає основну споживчу нішу серед молодого покоління.

Дослідження світових джерел вказують на сильне зростання в останні роки галузі електронного спорту. Основними факторами такого підйому зацікавленості у кіберспорті є: значний попит на участь у кіберіграх та їх перегляд; масовість кіберспортивних заходів; вподобання молодого покоління; спалах пандемії; пріоритетність кіберспорту над традиційним спортом; популярність кіберспорту; значний потенціал розвитку; зручні та комфортні умови участі та проведення кібертурнірів і кіберзмагань; необмежена багатомільйонна глядацька аудиторія; значні та швидкі прибутки; численні пропозиції від інвесторів; мінімальна витратність кіберспортивних заходів; відсутня потреба у спеціальній фізичній спортивній підготовці; гнучкість кіберспортивної індустрії; немає прив'язки до місця кібергри; розвинена інфраструктура; та ін.

Розвиток кіберспортивних заходів сприяє виникненню ряду позитивних аспектів, а саме: підтримання певної культури дозвілля; отримання задоволення; зняття психологічного стресу; наявність фізичних вправ поряд з обмеженими фізичними навантаженнями; можливість медичного обслуговування без особистої присутності; можливість визначення результатів гри за допомогою комп'ютерного інтерфейсу; можливість прийняття участі у кіберспортивних заходах без спеціальної фізичної спортивної підготовки; можливість отримання значних сум гонорарів; можливість відвідання заходів з мінімальними витратами ресурсів; приймати участь може будь хто; доступність з будь-якої точки світу; та ін.

Розглядаючи особливості поняття «кіберспорт», варто звернути увагу на певні негативні аспекти, що він викликає: психологічні (інтелектуальні навантаження викликають стрес та розумову втому, тим самим знижуючи психологічну стійкість та продуктивність при виконанні роботи; після неуспішної гри виникає погіршення настрою, виникає тривожність, знижується впевненість у собі, що негативно відображається на психологічному здоров'ї); фізичні (зниження фізичної активності, що

викликає підвищення маси тіла та малорухливий спосіб життя; порушення харчування, що негативно відображається на фізичному здоров'ї; погіршення якості та тривалості сну, що сприяє хронічному недосипанню та втомі; виникнення захворювань таких як напруга та біль в очах, шії та зап'ястях); правова проблематика кіберспорту; та ін. Перелічені переваги та недоліки кіберспорту повинні аналізуватись у поєднанні з напрямками його розвитку. Це дозволить оперативно зменшувати деструктивний вплив та примножувати позитивний. Отже, проведемо дослідження світових тенденцій розвитку кіберспорту за допомогою одного із методів Data Mining - багатомірних адаптивних регресивних MAR-сплайнів пропонується у вигляді наступної послідовної етапів реалізації.

1 етап. Формування вхідної бази дослідження. На даному етапі проводиться ідентифікація кількісної характеристики оцінювання тенденцій розвитку кіберспорту шляхом визначення рівнів часового ряду кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт», здійснене за допомогою застосування Google Trends. Для реалізації даного етапу розглянуто період часу з січня 2004 по жовтень 2021 рр. за множиною країн світу. За результатами аналізу кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт», виявлено, що країнами-лідерами виступають: Тайланд, Данія, Швеція, Норвегія, Словачія, Польща, Естонія, Угорщина, Фінляндія та Франція.

2 етап. Дослідження динаміки поведінки часового ряду кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт». Попереднім етапом прогнозування світових тенденцій розвитку кіберспорту за допомогою застосування багатомірних адаптивних регресивних MAR-сплайнів до визначення залежності кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт» проводиться дослідження динаміки поведінки регресора (рис. 1). Для реалізації даного етапу проведемо візуалізацію рівнів досліджуваного часового ряду шляхом побудови діаграми за допомогою інструментарію Statistics, Advanced Linear/Nonlinear Models, Time Series/Forecasting, Time Series ARIMA dialog. Даний етап виступає підготовчим для проведення безпосереднього сплайн-моделювання в розрізі визначення специфікації шуканої функціональної залежності.

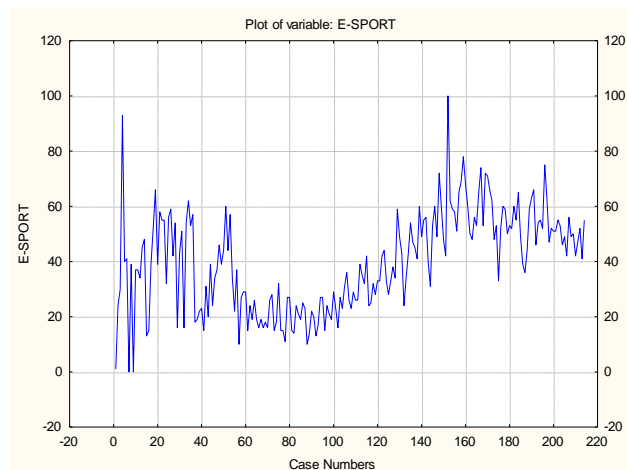


Рис. 1 Динаміка кількісної характеристики тенденцій розвитку кіберспорту - кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт»

Аналіз рисунку 1 дозволяє констатувати наявність зростаючої тенденції даного часового ряду з чітко вираженою коливальною тенденцією. Причому з 2004 по 2009 роки спостерігалась значна волатильність кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт», що свідчить про актуалізацію кіберспорту на світовому рівні. Починаючи з 2009 року спостерігається швидко зростаюча тенденція як індикатор підвищення уваги до кіберспорту та підвищення його впливу на зміну структури світового ринку комп'ютерних та цифрових ігор, сприйняття кіберспорту як інноваційного підходу до комунікації.

3 етап. Прогнозування світових тенденцій розвитку кіберспорту за допомогою застосування багатомірних адаптивних регресивних MAR-сплайнів. Для впровадження даного етапу пропонується використати можливостей інструментарію Statistics, Data Mining, MARSplines (Multivariate Adaptive Regression Splines). Підґрунтям застосування даного інструментарію виступає методика Фрідмана, призначена для розв'язування задач класифікації та регресії шляхом здійснення обробки двох типів змінних величин: неперервних та категоріальних не зважаючи на їх характер регресорів чи регресантів.

Побудова багатомірних адаптивних регресивних MAR-сплайнів ґрунтується на непараметричній процедурі визначення та опису залежності між пояснювальною та пояснюючими змінними за допомогою певного набору базисних функцій та коефіцієнтів, які формалізуються вхідним набором статистичних даних. Базою непараметричної процедури MAR-сплайнів виступає підхід, згідно з яким вхідні змінні

(пояснюючі факторні змінні) кластеризуються на групи, які описуються специфічними регресійними рівняннями та ознаками класифікації. Саме застосування описаної процедури дозволяє формалізувати адаптивні моделі, які в подальшому використовуються при наявних фактах точок переключення регресії та врахуванні немонотонного характеру взаємозв'язку між предикторами і регресантами, які неможливо формалізувати за допомогою параметричних моделей.

Для опису базисних функцій багатомірних адаптивних регресивних MAR-сплайнів до та після точки переключення регресії пропонується скористатись наступними співвідношеннями:

$$(x - k)_+ = \begin{cases} x - k, & \text{if } x > k \\ 0, & \text{if } x \leq k \end{cases} \quad (1)$$

$$(x - k)_- = \begin{cases} t - k, & \text{if } x < k \\ 0, & \text{if } x \geq k \end{cases} \quad (2)$$

де k – точка перегину функції.

У програмному пакеті Statistica в розрізі інструментарію MARSplines (Multivariate Adaptive Regression Splines) базисні функції записуються наступним чином:

$$(x - k)_+ = \max(0; x - k) \quad (3)$$

$$(x - k)_- = \max(0; t - k) \quad (4)$$

В загальному вигляді адаптивні регресивні MAR-сплайни для r ненульових членів набувають вигляду комбінації зваженої суми базисних функцій та їх добутоків:

$$y = f(X) = \beta_0 + \sum_{j=1}^r \beta_j \cdot C_j(X) \quad (5)$$

$$C = \{(x_i - k)_+, (k - x_i)_-\}_{k \in \{x_{1i}, \dots, x_{Ni}\}}_{i=1, \dots, n}$$

де β_0 – постійна величина; β_j – постійна величина, параметр багатомірного адаптивного регресивного рівняння; r – загальна кількість базисних функцій; X – вектор вхідних змінних; $C_j(X)$ – j -та базисна функція із множини C або добуток двох чи більшої кількості таких функцій.

Переходячи до опису визначального принципу формалізації багатомірних адаптивних регресивних MAR-сплайнів зазначимо, що він вимагає чіткого визначення як базисних функцій, так і термів, саме які і формують кількість різних комбінації базисних функцій з урахуванням звернень до кожної із визначальних змінних. Переходячи до побудови багатомірних адаптивних регресивних MAR-сплайнів залежності кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт» від часового фактору, отримаємо наступні параметри (рис.2): кількість незалежних змінних – 1, кількість залежних змінних – 1, кількість термів – 4, кількість базисних функцій – 3, порядок взаємодії (кількість складових добуток базисних функцій) – 1, а також кількість звернень до фактора-регресора - 3.

Model Summary	
Model specifications	Value
Independents	1
Dependents	1
Number of terms	4
Number of basis functions	3
Order of interactions	1
Penalty	2,000000
Threshold	0,000500
GCV error	159,4393
Prune	Yes

Рис. 2 Параметри специфікації моделі MAR-сплану залежності кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт» від часового фактору та кількість звернень до релевантних факторів-регресорів

Coefficients, knots and basis functions	Model coefficients	
	Coefficients e-sport	Knots t
Intercept	22,80541	
Term.1	0,26598	77,0000
Term.2	-1,03625	161,0000
Term.3	0,72314	105,0000

Рис. 3 Коефіцієнти моделі та терми моделі MAR-сплану залежності кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт» від часового фактору

Отже, враховуючи представлені на рис.3 коефіцієнти, терми та параметри моделі MAR-сплану залежності кількості запитів інтернет-

користувачів до поняття «кіберспорт» від часового фактору набуває вигляду:

$$\begin{aligned}
 e - \text{sport} = & 2,28054050642158e + 001 + 2,65981697439486e - 001 \\
 & * \max(0; 7,70000000000000e + 001 - t) - 1,03624613795730e \\
 & + 000 * \max(0; t - 1,61000000000000e + 002) \\
 & + 7,23144135607471e - 001 * \max(0; t - 1,05000000000000e \\
 & + 002)
 \end{aligned}
 \tag{6}$$

4 етап. Перевірка адекватності моделі MAR-сплану залежності кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт» від часового фактору.

Адекватність побудованої моделі MAR-сплану залежності кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт» від часового фактору підтверджено: мінімальним значенням загального критерію якості моделі – узагальненого ковзного середнього помилки (GCV error), яке приймає значення 159,44 (рис.2); коефіцієнт детермінації набуває значення 0,53 (рис. 4); несуттєве відхилення фактичних та прогнозних значень кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт»; відповідність нормальному закону розподілу залишків моделі (рис. 5).

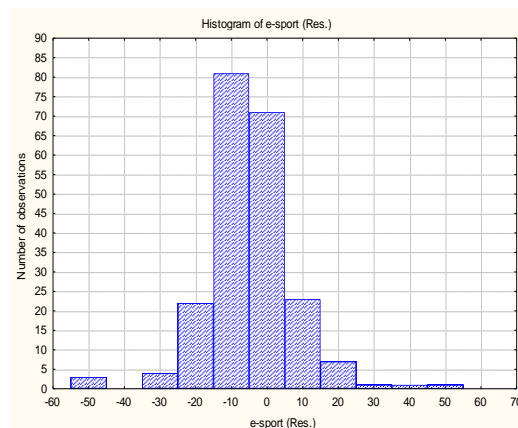


Рис. 5

Відповідність нормальному закону розподілу залишків моделі MAR-сплану залежності кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт» від часового фактору

5 етап. Визначення тенденцій розвитку кіберспорту за допомогою побудованої моделі MAR-сплану. На даному етапі за допомогою формули (6) обчислимо прогнозні значення кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт» за період з травня 2020 по серпень 2022 рр. (табл.1).

Таблиця 1

Прогнозні значення запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт»

Regression statistics	Regression statist	
	e-sport	
Mean (observed)	39,77103	
Standard deviation (observed)	17,86146	
Mean (predicted)	39,77103	
Standard deviation (predicted)	13,00585	
Mean (residual)	0,00000	
Standard deviation (residual)	12,24254	
R-square	0,53020	
R-square adjusted	0,52121	

Рис. 4 Регресивні статистики моделі MAR-сплану залежності кількості запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт» від часового фактору

Прогноз e-sport		Прогноз e-sport	
Період	Прогноз e-sport	Період	Прогноз e-sport
2020-05	86,26	2021-07	95,57
2020-06	86,92	2021-08	96,24
2020-07	87,59	2021-09	96,9
2020-08	88,26	2021-10	97,57
2020-09	88,92	2021-11	98,24
2020-10	89,59	2021-12	98,9
2020-11	90,25	2022-01	99,56
2020-12	90,92	2022-02	100,23
2021-01	91,58	2022-03	100,89
2021-02	92,25	2022-04	101,56
2021-03	92,91	2022-05	102,22
2021-04	93,58	2022-06	102,89
2021-05	94,24	2022-07	103,55
2021-06	94,91	2022-08	104,22

Аналіз прогнозних значень запитів інтернет-користувачів до поняття «кіберспорт» від часового фактору за допомогою моделі MAR-сплану свідчить про підвищення актуальності кіберспорту, про що свідчить зростаючий тренд побудованої моделі.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямі

Зауважимо, що проведене дослідження дозволяє стверджувати, що кіберспорт тільки починає набирати популярності в світі, численна аудиторія людей не обізнана або знає його поверхнево. Проте потенціал, який має кіберспорт та побудований прогноз дозволяє стверджувати, що зростання обсягів кіберспорт буде відбуватись не тільки за рахунок безпосереднього розвитку його обсягів й

збільшення аудиторії гравців і глядачів, але й за рахунок практичного застосування кіберспортивних технологій у різних галузях, сприяючи продуктивності людської діяльності. Необхідно відзначити, що високо адекватним методом аналізу світових тенденцій розвитку кіберспорту є Data Mining. Використання наведеної методики дозволяє отримати достовірні результати вектору розвитку кіберспорту за неявними складовими, оскільки сформована єдина світова інформаційна база даних проведення численних турнірів відсутня. Користувачами отриманих результатів можуть бути усі суб'єкти формування екосистеми кіберігор, оскільки загальний тренд розвитку кіберспорт та використання технологій його організації формують основу багатьох видів сучасної Інтернет діяльності.

Список використаних джерел

1. Scott, M. J., Summerley, R., Besombes, N., Connolly, C., Gawrysiak, J., Halevi, T., . . . Patrick Williams, J. (2021). Towards a framework to support the design of esports curricula in higher education. Paper presented at the *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE*, 599-600. doi:10.1145/3456565.3461440 Retrieved from www.scopus.com
2. Sanahuja-Peris, G., Camacho, M. M., & Balado-Albiol, M. (2021). El afianzamiento de los e-sports en pandemia, una oportunidad para las marcas. [El afianzamiento de los e-sports en pandemia, una oportunidad para las marcas] *Prisma Social*, 34, 165-186. Retrieved from www.scopus.com
3. Lim, S. -, Jung, S. -, & Huh, J. -. (2021). Visual algorithm of vr e-sports for online health care. *Healthcare (Switzerland)*, 9(7) doi:10.3390/healthcare9070824
4. Watson, B., Spjut, J., Kim, J., Listman, J., Kim, S., Wimmer, R., . . . Lee, B. (2021). Esports and high performance HCI. Paper presented at the *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, doi:10.1145/3411763.3441313 Retrieved from www.scopus.com

References

1. SCOTT, M. J., SUMMERLEY, R., BESOMBES, N., CONNOLLY, C., GAWRYSIK, J., HALEVI, TPATRICK WILLIAMS, J. (2021). Towards a framework to support the design of esports curricula in higher education. Paper presented at the *Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education, ITiCSE*, 599-600. doi:10.1145/3456565.3461440 Retrieved from www.scopus.com
2. SANAHUJA-PERIS, G., CAMACHO, M. M., & BALADO-ALBIOL, M. -. (2021). El afianzamiento de los e-sports en pandemia, una oportunidad para las marcas. [El afianzamiento de los e-sports en pandemia, una oportunidad para las marcas] *Prisma Social*, 34, 165-186. Retrieved from www.scopus.com
3. LIM, S. -, JUNG, S. -, & HUH, J. -. (2021). Visual algorithm of vr e-sports for online health care. *Healthcare (Switzerland)*, 9(7) doi:10.3390/healthcare9070824
4. WATSON, B., SPJUT, J., KIM, J., LISTMAN, J., KIM, S., WIMMER, R LEE, B. (2021). Esports and high performance HCI. Paper presented at the *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, doi:10.1145/3411763.3441313 Retrieved from www.scopus.com

5. Kriglstein, S., Martin-Niedecken, A. L., Turmo Vidal, L., Klarkowski, M., Rogers, K., Turkay, S., . . . Hämäläinen, P. (2021). Special interest group: The present and future of esports in HCI. Paper presented at the *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, doi:10.1145/3411763.3450402 Retrieved from www.scopus.com
6. Gündoğdu, S., Çolak, Ö. H., Doğan, E. A., Gülbetkin, E., & Polat, Ö. (2021). Assessment of mental fatigue and stress on electronic sport players with data fusion. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 59(9), 1691-1707. doi:10.1007/s11517-021-02389-9.
7. Wang, H., Huo, H., & Zhang, D. (2021). Structural analysis of e-sports industrial association network based on complex network theory. *Revista De Psicologia Del Deporte*, 30(2), 298-308. Retrieved from www.scopus.com
8. Guo, X. (2021). Research on advertising marketing in E-sports competition in china. Paper presented at the *E3S Web of Conferences*, , 235 doi:10.1051/e3sconf/202123503040 Retrieved from www.scopus.com
9. Bal, M. A. (2021). Marketing of sports and communication in digital area: E-sports and the case of turkey e-sports football league. *Digitalization and future of digital society* (pp. 347-356) Retrieved from www.scopus.com
5. KRIGLSTEIN, S., MARTIN-NIEDECKEN, A. L., TURMO VIDAL, L., KLARKOWSKI, M., ROGERS, K., TURKAY, S. HÄMÄLÄINEN, P. (2021). Special interest group: The present and future of esports in HCI. Paper presented at the *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*, doi:10.1145/3411763.3450402 Retrieved from www.scopus.com
6. GÜNDOĞDU, S., ÇOLAK, Ö. H., Doğan, E. A., Gülbetkin, E., & Polat, Ö. (2021). Assessment of mental fatigue and stress on electronic sport players with data fusion. *Medical and Biological Engineering and Computing*, 59(9), 1691-1707. doi:10.1007/s11517-021-02389-9.
7. WANG, H., HUO, H., & ZHANG, D. (2021). Structural analysis of e-sports industrial association network based on complex network theory. *Revista De Psicologia Del Deporte*, 30(2), 298-308. Retrieved from www.scopus.com
8. GUO, X. (2021). Research on advertising marketing in E-sports competition in china. Paper presented at the *E3S Web of Conferences*, , 235 doi:10.1051/e3sconf/202123503040 Retrieved from www.scopus.com
9. BAL, M. A. (2021). Marketing of sports and communication in digital area: E-sports and the case of turkey e-sports football league. *Digitalization and future of digital society* (pp. 347-356) Retrieved from www.scopus.com

Надійшла до редколегії 29.08.21