

## МЕДИКО-БІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ПІДГОТОВКИ СПОРТСМЕНІВ

DOI: 10.26693/jmbs06.04.208

УДК: 796.012.6.015+793.7-028.23

Андрєєв В. І., Случак О. І., Андрющенко М. І., Маєр В. Я.

### ПОЗИТИВНИЙ ВПЛИВ ЕКСЕРГЕЙМІНГУ НА ВІДНОВЛЕННЯ ПІСЛЯ СТРЕСУ ТА МЕТАБОЛІЧНИЙ ЕКВІВАЛЕНТ ЗАДАЧ ДЛЯ СПОРТСМЕНІВ І ГЕЙМЕРІВ НА ПРИКЛАДІ ЕКСТЕР'ЄРНИХ МОБІЛЬНИХ ІГОР

Чорноморський національний університет імені Петра Могили,  
Миколаїв, Україна

В статті розкрито загальні аспекти ексергеймінгу (EXG) як інструменту фізичного розвитку та зниження психологічних навантажень в ході тренувань.

**Мета.** Головна ідея статті полягає у визначенні позитивного впливу ексергеймінгу на організм за двома критеріями – на стресостійкість (на основі показника швидкості відновлення після фізичного стресу, *англ.* RMSSD) та на боротьбу з ожирінням (на основі метаболічного еквіваленту, *англ.* MET – metabolic equivalent of task).

**Матеріал та методи.** Основним якісним критерієм дослідження є різниця між впливом ексергеймінгу як розвантажувального психологічного фактора на спортсмена, і як мотиватора на пересічного користувача. Описано основні категорії рухливих відеоігор і головні віхи їх історії. Окрему увагу приділено ексергейм-кіберспорту, що виражається в 19 змаганнях на танцювальних тренажерах (World Pump Festival та Just Dance) та входженні велоспортивної кіберплатформи Zwift до списку кіберспортивних дисциплін eSports League. Виділено: домашні, медичні, танцювальні, вело-тренажерні EXG, а також кіннект-емуляцію спорту, класичні відеоігри з gamercize-управлінням та екстер'єрні відеоігри. Розрахунки базуються на опитуванні серед 190 учасників ігрових чатів української спільноти користувачів екстер'єрних ігор компанії Niantic.

**Результати.** Проведено аналіз енергетичного балансу основних типів ексергейм на базі показника MET. Показано, що затрати енергії екстер'єрних ігор на базі опитування про пройдену відстань складають близько 5,65 ккал на 1 кг маси тіла на день, в той час як енергетичні затрати на фітнес-гру – 7,14 ккал, на танцювальні відеоігри – 7,14-10,0 ккал. При цьому тепловиділення на одиницю площі тіла, порівняно з даними у стані відносного м'язового спокою, зростає для фітнес-

ігор в 4,1 рази, для танцювальних відеоігор в 5,75 та для екстер'єрних – в 1,84-2,59 рази більше за тепловиділення у стані спокою.

**Висновки.** На основі показника RMSSD за допомогою платформи Energy Health проведено перший етап дослідження впливу екстер'єрних EXG на формування стресостійкості. Зафіксовано тенденцію зростання швидкості відновлення після стресу для 80% пересічних користувачів та 60% професійних спортсменів. При цьому фактор новизни переважав саме для спортсменів, адже гравці екстер'єрних мобільних ігор мали певний стаж. Відповідно можна говорити про певний довгостроковий ефект екстер'єрних мобільних ігор як інструменту тренування стресостійкості.

**Ключові слова:** кіберспорт, ексергеймінг, екстер'єрні мобільні ігри, швидкість відновлення після фізичного стресу, метаболічний еквівалент.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дослідження проводились у рамках НДР «Удосконалення системи фізичного виховання студентів, студентського спорту в сучасних умовах реформування вищої освіти в Україні», № держ. реєстрації 0120U102566.

**Вступ.** Ексергеймінг (exergaming), або EXG [1, 2] – напрям ігрової індустрії, що передбачає фізичну та рухову активність у складі геймплею (ігрового процесу). Це може бути імітація реально існуючих видів спорту, танцювальні та інші види рухової активності або інтеграція такої активності в ігровий процес. Зчитування дій гравця відбувається за допомогою спеціальних периферійних засобів (gamercize) [3], пульсометрів та іншого медичного обладнання або віртуальних систем захоплення рухів (capture motion).

Існує значна розбіжність у термінології, яка існує в науково-медичній та комерційній. Так, термін активні відеоігри (AVG) [4], або відеоігри для

просування активності (APVG) [5], як протилежність сидячих відеоігор (SVG) та альтернатива іграм на свіжому повітрі (AOP), є аналогом терміну «ексергеймінг» в медичній літературі.

На основі аналізу даних літератури та існуючої практики можна виділити такі категорії EXG:

1. Домашній тренувальний ексергеймінг та йога (Power Pad or Family Trainer 1986, Zumba Fitness для Wii Kinect controller; Nintendo DS: Let's Yoga 2007 року та My Weight Loss Coach з серії My Coach, Personal Trainer: Walking).
2. Медичні ексергейм-прилади (VOL та VOL + US).
3. Танцювальні (Dance Aerobics (1987) від Bandai, Dance Dance Revolution (1998) від Konami для Power Pad, танцювальні автомати World Pump It Up Festival or WPF Machine dance tournaments від Konami, Just Dance (2009) для Wii).
4. Тренажерні (Gamebike: GB100 – GB-300, Exertris Bike, Zwift та ін).
5. Кіннект-емуляція реального спорту (ігри для кіннект-контролерів на зразок Kinect Adventures!, Nike+ Kinect Training для Xbox 360 та Active Life: Explorer для Wii, а також віртуальна реальність на зразок Cybex Trazer чи Motion Rehab AVE 3D).
6. Класичні відеоігри з gamercize-системою управління (Ring Fit Adventure).
7. Екстер'єрні мобільні ігри (Turf від Andrimon, Maguss free-to-play MMORPG, Zombies, Run!, Niantic: Ingress, Pokémon Go та Harry Potter: Wizards Unite).

Хоча історія галузі активних ігор пов'язана з досить давніми розробками 80-х років, наукові аспекти даної галузі в фахових наукових виданнях, відмічених в базі даних Sciencedirect набули розкриття з 2006-2008 рр. у вигляді однієї статті на рік та з 2009-2014 рр. – 10-20 статей на рік, що пов'язано з виходом серії Wii Fit від Nintendo, яка стала новим словом в медичній реабілітології та геріатрії. Зокрема в дослідженнях [6, 7], базу для яких закладено в даний період, розкрито результати застосування Wii Fit and Було встановлено поліпшення когнітивних функцій при реабілітації осіб с деменцією [8] та прискорення реакції в тесті IC на дистрес [9]. Хоча дані дослідження і дали певні позитивні результати, доцільно вважати, що для кращого відображення стійкості до стресу та тренуваності параметри, пов'язані з вираженістю стресу, необхідно виражати через показник відновлення RMSSD. Підвищення рухової активності без стресового фактору є особливо важливою для кардіологічної реабілітології властивістю EXG [10].

З 2015 року відбувається значний ріст кількості публікацій до 70-90 на рік, що пов'язано з спричиненим компаніями Nintendo, Microsoft та Atari ростом кількості ігор для платформ Xbox Fitness,

Microsoft Health та Joy-Con (контролерів). Тут чітко виділяються напрямок вдосконалення периферійних контролерів та способи відмови від додаткового обладнання. Окремо виділяється напрямок технологій захоплення рухів. Так, у дослідженні [11] описано реабілітацію пацієнтів з інсультом за допомогою Motion Rehab AVE 3D – системи захоплення рухів capture motion.

Загалом з 701 публікації за запитом exergames, в базі даних Science Direct, 12300 публікацій в Google Academia, понад 100 видань в базі Researcher Gate та 144 статей в базі WoS, більша частина дослідних робіт вийшла у світ протягом 2015-2020 рр. і належить до трьох наукових напрямів: реабілітологія [6-11], геронтологія і геріатрія [12-16] та педагогіка [1, 17-22]. Найбільш ранні з них присвячено впливу ексергеймінгу на боротьбу з дитячим ожирінням [17], а також першим результатам використання танцювальних відеоігор в педагогіці [18].

Розвиток ком'юніті ексергеймерів може бути охарактеризовано на основі кількості офіційних примірників ігор, ігрових акаунтів (де це можливо). Починаючи з платформи Power Pad or Family Trainer 1986, яка за офіційними даними вийшла накладом понад 500 тис., можна відмітити значне зростання інтересу суспільства до рухової активності як складової фітнес-відеоігор. Так, одна тільки Personal Trainer series для Wii вийшла загальним накладом в 26 тис копій.

Використання платформ Wii в педагогічних практиках дало результат, що свідчить про значне зростання енергійної фізичної активності (MVPA) при застосуванні консолей з доповненням в вигляді спеціальних периферійних засобів (gamercize) порівняно з використанням персональних комп'ютерів [1]. Проте обидва варіанти мають значну перевагу над простими вправами, що суперечить результатам досліджень [4, 5], де не було враховано мотивацію та фактор середовища експерименту (EXG на свіжому повітрі потенційно дадуть вищий результат). З усіх ексергейм домашні фітнес та тренувальні ігри є найбільш вузько направленим (нішевим) напрямком, що має найменший тираж і часто є частиною збірника різних ексергейм в складі можливостей ігрової платформи.

Тренажерні відеоігри можна охарактеризувати як антистрес-доповнення для підвищення мотивації при використанні тренажерів. Наприклад, Gamebike GB100, створений Едвардом Х. (Тедом) Парксом в 2000 р., став першим прикладом ігрових фітнес-велотренажерів. В 2019 р. велоспортивна кіберплатформа Zwift офіційно увійшла до списку кіберспортивних дисциплін eSports League.

Результати наукових досліджень також демонструють більш значний мотиваційний ефект

порівняно із даними, отриманими на стандартних тренажерах, та неоднозначні результати порівняно з результатами велопробігу [21].

Для оцінки впливу віртуальної та доповненої реальності на показники тренувань може бути доцільним виведення інтегрального показника сприйняття доповненої реальності. Подібне дослідження щодо мозкової активності гравця на основі електроенцефалограми (ЕЕГ) проводилось групою науковців [23]. Тут сприйняття доповненої реальності описано як величина сприйняття знайомства з грою.

Важливість фактору сприйняття особливо стає помітною при впровадженні систем gamercize-систем управління в складі класичної RPG чи action- RPG. Хітом «ковідного періоду» стала гра Ring Fit Adventure – нетипова суміш фентезійної RPG (role-playing games) з фітнес-грою із стисканням пружного кільця як елементу управління, атаки та руху.

Наймолодшим напрямком з ексергейм ігор є екстер'єрні мобільні ігри, що відслідковують пройдений шлях в рамках геймплею за GPS-позиціонуванням. До них належать:

- Turf від Andrimon – шведська мобільна MMO з понад 300 фізичними уроками та орієнтуванням на місцевості;
- Maguss free-to-play MMORPG з доповненою реальністю на магичну тематику, з збором інгредієнтів, дуелями та іншими фентезійними елементами, що реалізуються при переміщенні в реальному просторі;
- Zombies, Run! – одна з перших екстер'єрних ексергейм 2012 року, що ставить в центрі сюжету переміщення містом з втечею від зомбі, що відслідковується за допомогою положення гравця на GPS;
- ігри від Niantic: Ingress, Pokémon Go та Harry Potter;
- Wizards Unite – екстер'єрні ігри, що базуються на мережі пам'яток культури та мистецтва, зібраній при формуванні портальної сітки Ingress самими гравцями.

В кожному з перерахованих типів ігор присутні власні особливості, проте є спільні елементи у вигляді необхідності брати участь в мінііграх біля означених пам'яток та відкриття боксів з бонусами за пройдені кілометри («виходження» на ігровому сленгові – 2, 5, 10 км).

Щодо визначення ритм-ігор як ексергеймінгу, то до цього часу у даному питанні залишається ряд розбіжностей, адже фізична активність в них відбувається на рівні дрібної моторики, що може стати у пригоді під час реабілітації після порушень мозкового кровообігу та у геріатричній практиці, але не є саме спортивною фізичною активністю. До того ж, показник відновлення після фізичного

стресу, за яким можна судити про формування фізичної стресостійкості, є адекватним для оцінки ступеню опірності стресу спортсменів та студентів ЗВО. Показник RMSSD характеризує відновлення організму після стресу та дозволяє досить точно регулювати навантаження та відслідковувати деградацію фізичної форми. Даний показник має високу популярність серед професійних спортсменів [24].

Дослідження спиралось на гіпотезу інтеграції доповненої реальності, висунуту в ході розробки системи фізичного виховання студентів в рамках наукової теми «Удосконалення системи фізичного виховання студентів, студентського спорту в сучасних умовах реформування вищої освіти в Україні» (№ держ. реєстрації 0120U102566). Згідно з постулатами даної теорії, процес інтеграції засобів доповненої реальності в мобільні додатки, реалізований в екстер'єрних мобільних іграх, набудуватиме широкого поширення – аж до настання прогнозованої фахівцями Google технологічної сингулярності в 2045 році. При цьому грані між доповненою та віртуальною реальністю поступово стиратимуться, а коефіцієнт їх сприйняття стане тим більшим, чим вищим буде рівень передачі даних до органів чуття людини.

Правильний підхід, що дозволить інтегрувати фізичну активність в ігровий процес, стане одним з шляхів запобігання розвитку негативних факторів, викликаних малорухливим способом життя. Саме можливість інтеграції в ігровий процес необхідності рухатись без додаткового gamercize-обладнання дасть мобільним екстер'єрним іграм значну перевагу над іншими представниками жанру ексергейм. В ідеалі введення ексергейм-елементів до складу кожної мобільної та комп'ютерної гри дасть змогу нівелювати негативні фактори гейм-індустрії та спонукати гравців до підтримки власної фізичної форми.

Актуальність даного дослідження полягає в перспективності застосування ексергеймінгу як засобу «розвантажувальних» тренувань для професійних спортсменів, що спеціалізуються у волейболі, та альтернативи загальним тренуванням (ОФП) для студентів ЗВО. Це доповнюється прогнозом розвитку галузі та виділенням перспектив ексергеймінгу як одного з видів кіберспорту, що має велике значення в зв'язку із напрямком підготовки кіберспортсменів в ЧНУ ім. Петра Могили. Новизна дослідження полягає в тому, що вперше зосереджено увагу на такому виді ексергеймінгу як екстер'єрні мобільні ігри.

**Мета дослідження** – визначити можливості застосування ексергеймінгу для прискорення відновлення після фізичного стресу та поліпшення

енергетичних можливостей спортсменів і студентів.

Для досягнення поставленої мети було визначено ряд **завдань**:

1. Аналіз основних напрямків наукових досліджень із застосування ексергеймінгу.
2. Опитування ігрової спільноти щодо відстаней, пройдених в ході екстер'єрних мобільних ігор, та розрахунок на основі отриманих даних показника MET, енергетичного балансу для інших представників ексергеймінгу.
3. Опитування студентів та спортсменів і проведення початкового етапу експерименту із визначення впливу екстер'єрних ігор на зміни показника RMSSD.

**Матеріал та методи дослідження.** В ході дослідження було визначено ряд ключових показників – MET, IC, RMSSD, коефіцієнт сприйняття доповненої реальності, які мають бути розкриті для більш повного відображення позитивного впливу ексергеймінгу на зростання ефективності боротьби з ожирінням та збільшення стійкості до фізичного стресу.

Першим етапом дослідження стала характеристика існуючих типів EXG з створенням власної системи їх класифікації, наведенням узагальненого історичного нариса їх розвитку та аналіз основних напрямків наукових досліджень з використання EXG в медицині, геронтології та геріатрії, реабілітології, освітньому процесі.

Другим етапом стало дослідження перспектив типів EXG, визначених на попередньому етапі, для боротьби з ожирінням із застосуванням показника метаболічного еквіваленту роботи. Метаболічний еквівалент роботи є основним показником, що характеризує енергетичний баланс в рамках фізичної активності. За рекомендаціями ВООЗ існує чотири основні методи (підходи) розрахунку даного показника: за кількістю кисню, за таблицями метаболізму, за теплою площі тіла та за витратами калорій.

В даному дослідженні було застосовано третій та четвертий підходи. За третім методом 1 MET в середньому є еквівалентом 58,2 Вт/м<sup>2</sup>, а площа поверхні тіла середньої людини за стандартом ANSI становить 1,8 м<sup>2</sup>; за четвертим методом розрахунок ведеться за допомогою пульсометра, а витрати 1 ккал/1 кг маси тіла на годину прирівняно до 1 MET, як це наведено у формулі (1).

$$1 \text{ MET} = \frac{\text{kcal}}{\text{kg} \cdot \text{t}} = 4186,8 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot \text{t}} = 1,163 \frac{\text{W}}{\text{kg}}, \quad (1)$$

де: t – час, рівний 1 год, J – Дж, W – Вт.

Третім етапом дослідження став прикладний експеримент з визначення показника відновлення після фізичного стресу за допомогою пульсометрів та електронного ресурсу Energy Health.

В даній роботі описано початковий етап експерименту з порівняння значень показників RMSSD при застосуванні EXG екстер'єрного типу в професійних спортсменів – членів жіночої команди по волейболу ЧНУ ім. Петра Могили та представників ігрової спільноти (ком'юніті) ігор даного типу. В дослідженні брали участь 19 волейболісток віком від 17 до 23 років, з яких: 12 КМСУ та 7 майстри спорту I розряду.

**Результати дослідження.** В рамках даного дослідження було проведено опитування серед учасників ігрових чатів українського ком'юніті екстер'єрних ігор компанії Niantic. Загалом в опитуванні брали участь 190 учасників чатів. З них в Harry Potter: Wizards Unite грають 34,5%, в Pokémon Go – 37,9% в Ingress – 82,8%.

Визначено, що в середній стаж гри становив близько 4 років – зокрема, до 5 років мали 59% та від 5 років – 4% учасників дослідження. Пройдена за цей час відстань склала близько 7429 км (32% більше 10000 км), що дає 1832 км на рік, або 5 км на день (рис. 1).

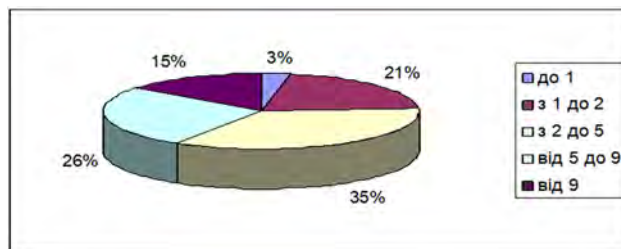


Рис. 1 – Середня кількість пройдених в рамках екстер'єрних ігор кілометрів на день

Виходячи з попередніх розрахунків, можна вважати, що затрати енергії складають близько 5,65 ккал/кг маси тіла на день, що для людини масою 80 кг відповідно дорівнює енергозатратам 452 ккал на день. Відомо, що для комфортного схуднення фахівці рекомендують підтримувати дефіцит енергії не більше 500 ккал на день, що дорівнює втраті 0,5 кг загальної маси тіла на тиждень. Таким чином, за умови раціонального харчування лише за рахунок екстер'єрних ігор практично можна забезпечити майже необхідний дефіцит.

При розрахунку MET було отримано ряд значень для середньої людини за показниками ВООЗ (табл. 1). При використанні методу розрахунку MET за витратами енергії на одиниці площі тіла маємо значення 104,76 Вт/год, що дає потужність роботи організму 1,5 Вт/кг маси тіла в стані спокою. При цьому фітнес-ігри даватимуть 429,8 Вт потужності, або 238,8 Вт/м<sup>2</sup>, танцювальні та велотренажери – до 602 Вт або 334,4 Вт/м<sup>2</sup>, екстер'єрні ігри – 192,5-270,9 Вт, або 106,95-150,5 Вт/м<sup>2</sup>. Це в 4,1, 5,75 та 1,84-2,59 рази відповідно більше за тепловиділення в стані м'язового спокою.

При цьому для уникнення гіпертермії та гіпогідратації важливо дотримуватись норм надходження рідини в організм та слідкувати за тепловим балансом організму.

**Таблиця 1** – Енергетичні затрати організму людини для різних видів ексергеймів

Тип ексергейму	МЕТ (ккал/кг*год)	Q (Дж)	P (Вт/кг* год)
Фітнес-ігри	7,14	0,0017054	6,14
Танцювальні і велотренажери	7,14-10	0,0023885	6,14-8,6
Екстер'єрні	3,2-4,5	0,00076–0,001075	2,75-3,87

Людське тіло в таких обставинах розглядається як мікроенергетична система, а отримані показники можуть бути застосовані для моделювання площі контактів при живленні гаджетів за рахунок теплоти тіла, моделювання систем індивідуальної терморегуляції військових та робітників в несприятливих умовах.

Проте, поряд з енергетичним компонентом, для підтримки працездатності важливу роль також грає стресостійкість. Для підтвердження гіпотези про позитивний вплив ексергеймінгу саме на показники відновлення після стресу було проведено перший етап експерименту з застосуванням нагрудних пульсометрів та алгоритмів безкоштовної платформи Energy Health. При фіксації динаміки показника RMSSD у 80% студентів та у 60% членів волейбольної команди ЧНУ ім. Петра Могили було зафіксовано лише тенденцію до його зростання. На жаль, основним фактором такого динамічного зростання може бути не скільки саме застосування ексергеймінгу, а й фактор новизни та зміни діяльності як елемент відпочинку. Тому експеримент буде продовжено для отримання більш репрезентативних результатів.

Опитування серед членів волейбольної команди показало досить низький рівень обізнаності щодо ексергейму, що обмежувався знаннями про типи ігор Ring Fit Adventure та Pokémon Go. Цікаві результати дало інтерв'ю щодо відношення до ексергеймінгу з боку спортсменів та звичайних студентів. Було виявлено, що 80% студентів вважають гейміфікацію методом мотивації, щоб більше старатись в тренуваннях; в той же час 70% спортсменів сприймають її, як спосіб розслаблення та зняття стресу.

Відповідно, проведені дослідження попередньо вказують на те, що використання гейміфікації в навчальному процесі дозволить спонукати студентів до більш інтенсивних занять. В той же час використання ексергеймів в тренуваннях спортивної команди дозволить знизити інтенсивність тренувань та рівень стресу.

Такий підхід потребує тривалої перевірки на практиці, що дає стимул для подальших досліджень та розширення тренувальної бази за рахунок систем доповненої реальності.

**Обговорення отриманих результатів.** Таким чином, дослідження ефективності екстер'єрних мобільних ігор є досить новим напрямком в загальних дослідженнях ексергеймінгу.

В дослідженні [25] наведено огляд наукової публіцистики в 59 з 1534 знайдених автором статей з згадуванням екстер'єрної мобільної гри Pokémon Go від компанії Niantic. Проте в розглянутих публікаціях в основному описано дослідження щодо фізичної активності та кількості кроків в різні терміни гри.

В дослідженні [26] того ж автора наведено опитування 2191 гравців в Pokémon Go щодо впливу гри на здоров'я, масу тіла та фізичну та соціальну активність. Проте отримані авторами результати в більшій мірі охоплюють аудиторію від 18 до 30 років.

Для підліткової аудиторії було проведено дослідження [27], де описано вплив гри Pokémon Go на когнітивні показники та енергійну фізичну активність (MVPA) у підлітків. Автори вважають, що відмічені в усіх подібних дослідженнях високі результати перших тижнів проявляються завдяки полегшеному процесу гри на початкових рівнях. Тому, період дослідження в 8 тижнів мало підходить для отримання високої репрезентативності результатів дослідження.

В аспекті задоволеності грою дослідження з використанням гри Pokémon Go для 719 опитаних розкрито в дослідженні [28]. Проте, теоретичні та практичні наслідки таких ігор в тривалому періоді потребують додаткового обговорення.

Що цікаво, пошук по назвам інших екстер'єрних ексергеймів не дає жодних результатів, хоча всі ігри Niantic базуються на їх першій глобальній грі Ingress.

Відповідно більшість існуючих досліджень впливу екстер'єрних мобільних ігор на здоров'я людини прив'язані до популярної гри Pokémon Go і не описують ситуацію з таким типом ігор в цілому, а також ситуацію щодо спортсменів.

Тому, основною перевагою даного дослідження є виділення екстер'єрних мобільних ігор, як окремої категорії ексергеймів. Крім того, дослідження впливу ексергеймінгу на спортсменів серед проаналізованих джерел не зустрічались. Відтак, ми можемо з високою імовірністю говорити про унікальність такого дослідження.

**Висновки**

1. В ході аналізу основних наукових напрямків досліджень ексергеймів наведено класифікацію, яка включає: домашні фітнес- і

йога-ігри; танцювальні; тренажерні (велотренажерні); кіннект-емуляція спорту та екстер'єрні мобільні ігри. Остання категорія в даному дослідженні охоплена вперше.

2. На основі показника MET охарактеризовано енергетичний та тепловий баланс навантажень при ексергеймінгу для визначення його перспектив у боротьбі з ожирінням. Ці розрахунки дозволять в перспективі створити датчики енергозатрат фізичної активності на основі показника тепловиділення тіла.
3. На основі показника відновлення після стресу RMSSD проведено перший етап експерименту щодо впливу ексергеймінгу на формування фізичної стресостійкості спортсменів та звичайних людей. При фіксації динаміки показнику RMSSD було зафіксовано тенденцію до його зростання у 8 з 10 учасників з складу ігрового ком'юніті та 6 з 10 учасників з складу волейбольної команди ЧНУ ім. Петра Могили. Проте отримані результати потребують перевірки у подальшій динаміці дослідження для виключення фактору новизни.

**Перспективи подальших досліджень.** Наступним етапом даного дослідження стане розробка комплексної системи моніторингу основних енергетичних та психофізичних показників для контролю прогресу спортсменів та використання в якості gamercize-обладнання для екстер'єрних мобільних ігор. Для цього в співробітництві з фахівцями з комп'ютерної інженерії розробляється «Система контролю тепловиділення тіла на основі плати Arduino LilyPad з живленням від теплоти тіла».

На базі даних про вплив фактору новизни буде розроблено індекс індивідуального сприйняття доповненої реальності, який стане своєрідним коефіцієнтом психоемоційної ефективності ексергеймінгу.

Окремим напрямком досліджень в даному аспекті може стати кіберспорт та перспективи інтеграції EXG-елементів до деяких кіберспортивних дисциплін.

**Конфлікт інтересів.** Автори цього дослідження підтверджують, що дослідження та публікація результатів не були пов'язані з будь-якими конфліктами щодо комерційних або фінансових відносин, відносин з організаціями та/або приватними особами, які могли бути пов'язані з дослідженням, а також взаємозв'язків співавторів статті

## References

1. Gao Z, Zeng N, Pope ZC, Wang R, Yu F. Effects of exergaming on motor skill competence, perceived competence, and physical activity in preschool children [Internet]. *J Sport Health Sci.* 2019; 8(2): 106-113. PMID: 30997256. PMCID: PMC6450920. doi: 10.1016/j.jshs.2018.12.001
2. Chukhlantseva N, Chukhlantsev A. The Use of Active Video Games in Physical Education and Sport. *Path Sci.* 2017; 3(2): 4-15. doi: 10.22178/pos.19-5
3. Norris E, Hamer M, Stamatakis E. Active Video Games in Schools and Effects on Physical Activity and Health: A Systematic Review. *J Pediatr.* 2016; 172: 40-46. PMID: 26947570. doi: 10.1016/j.jpeds.2016.02.001
4. Janssen I. Estimating Whether Replacing Time in Active Outdoor Play and Sedentary Video Games With Active Video Games Influences Youth's Mental Health. *J Adolesc Health.* 2016; 59(5): 517-522. PMID: 27567064. doi: 10.1016/j.jadohealth.2016.07.007
5. Radon K, Fürbeck B, Thomas S, Siegfried W, Nowak D, von Kries R. Feasibility of activity-promoting video games among obese adolescents and young adults in a clinical setting. *J Sci Med Sport.* 2011; 14(1): 42-45. PMID: 20837400. doi: 10.1016/j.jsams.2010.07.009
6. Yazgan YZ, Tarakci E, Tarakci D, Ozdincler AR, Kurtuncu M. Comparison of the effects of two different exergaming systems on balance, functionality, fatigue, and quality of life in people with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Mult Scler Relat Disord.* 2020; 39: 101902. PMID: 31924591. doi: 10.1016/j.msard.2019.101902
7. Ozdogar AT, Ertekin O, Kahraman T, Yigit P, Ozakbas S. Effect of video-based exergaming on arm and cognitive function in persons with multiple sclerosis: A randomized controlled trial. *Mult Scler Relat Disord.* 2020; 40: 101966. PMID: 32045868. doi: 10.1016/j.msard.2020.101966
8. Karssemeijer EGA, Bossers WJR, Aaronson JA, Sanders LMJ, Kessels RPC, Olde Rikkert MGM. Exergaming as a Physical Exercise Strategy Reduces Frailty in People With Dementia: A Randomized Controlled Trial. *J Am Med Dir Assoc.* 2019; 20(12): 1502-1508. PMID: 31409559. doi: 10.1016/j.jamda.2019.06.026
9. van Santen J, Dröes RM, Twisk JWR, Blanson Henkemans OA, van Straten A, Meiland FJM. Effects of Exergaming on Cognitive and Social Functioning of People with Dementia: A Randomized Controlled Trial. *J Am Med Dir Assoc.* 2020; 21(12): 1958-1967. PMID: 32651132. doi: 10.1016/j.jamda.2020.04.018
10. Bond S, Laddu DR, Ozemek C, Lavie CJ, Arena R. Exergaming and Virtual Reality for Health: Implications for Cardiac Rehabilitation. *Curr Probl Cardiol.* 2021; 46(3): 100472. PMID: 31606141. doi: 10.1016/j.cpcardiol.2019.100472

11. Henrique PPB, Colussi EL, De Marchi ACB. Effects of Exergame on Patients' Balance and Upper Limb Motor Function after Stroke: A Randomized Controlled Trial. *J Stroke Cerebrovasc Dis.* 2019; 28(8): 2351-2357. [sited 2021 May 20]. PMID: 31204204. doi: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2019.05.031
12. Yein N, Pal S. Analysis of the user acceptance of exergaming (fall- preventive measure) - Tailored for Indian elderly using unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT2) model. *Entertain Comput.* 2021; 38: 100419. doi: 10.1016/j.entcom.2021.100419
13. Zheng H, Li J, Salmon ChT, Theng YL. The effects of exergames on emotional well-being of older adults. *Comput Hum Behav.* 2020; 110: 106383. [sited 2021 May 20]. doi: 10.1016/j.chb.2020.106383
14. Gallou-Guyot M, Mandigout S, Bherer L, Perrochon A. Effects of exergames and cognitive-motor dual-task training on cognitive, physical and dual-task functions in cognitively healthy older adults: An overview. *Ageing Res Rev.* 2020; 63: 101135. [sited 2021 May 20]. PMID: 32768594. doi: 10.1016/j.arr.2020.101135
15. Cacciata M, Stromberg A, Lee JA, Sorkin D, Lombardo D, Clancy S, et al. Effect of exergaming on health-related quality of life in older adults: A systematic review [Internet]. *Int J Nurs Stud.* 2019; 93: 30-40. [sited 2021 May 20]. PMID: 30861452. PMCID: PMC8088196. doi: 10.1016/j.ijnurstu.2019.01.010
16. Bakker J, Donath L, Rein R. Balance training monitoring and individual response during unstable vs. stable balance Exergaming in elderly adults: Findings from a randomized controlled trial. *Exp Gerontol.* 2020; 139: 111037. PMID: 32730797. doi: 10.1016/j.exger.2020.111037
17. Berry LL, Seiders K, Hergenroeder AC. Regaining the Health of a Nation: What Business can do about Obesity. *Organizat Dynam.* 2006; 35(4): 341-356. [sited 2021 May 20]. doi: 10.1016/j.orgdyn.2006.08.003
18. White M, Lehmann H, Trent M. 31: Disco dance video game-based interventional study on childhood obesity. *J Adolesc Health.* 2007; 40(2): Suppl S32. [sited 2021 May 20]. doi: 10.1016/j.jadohealth.2006.11.084
19. R  th M, Kaspar K. Exergames in formal school teaching: A pre-post longitudinal field study on the effects of a dance game on motor learning, physical enjoyment, and learning motivation. *Entertain Comput.* 2020; 35: 100372. [sited 2021 May 20]. doi: 10.1016/j.entcom.2020.100372
20. Quintas A, Bustamante JC, Pradas F, Castellar C. Psychological effects of gamified didactics with exergames in Physical Education at primary schools: Results from a natural experiment. *Comput Educ.* 2020; 152: 103874. [sited 2021 May 20]. doi: 10.1016/j.compedu.2020.103874
21. Pasco D, Roure C. Situational interest impacts college students' physical activity in a design-based bike exergame. *J Sport Health Sci.* 2021 Mar 17; S2095-2546(21)00028-4. [sited 2021 May 20]. PMID: 33722758. doi: 10.1016/j.jshs.2021.03.003
22. McGann J, Issartel J, Hederman L, Conlan O. PaCMA: A 'principled' framework, arising from a systematic review of the literature, to underpin design and deployment of video games for motor skill acquisition. *Entertain Comput.* 2019; 31: 100310. [sited 2021 May 20]. doi: 10.1016/j.entcom.2019.100310
23. Zhang H, Wang D, Wang Y, Chi Y, Miao Ch. Development and validation of a practical instrument for evaluating players' familiarity with exergames. *Int J Hum-Comput Stud.* 2021; 145: 102521. [sited 2021 May 20]. doi: 10.1016/j.ijhcs.2020.102521
24. Rabbani A, Baseri MK, Reisi J, Clemente FM, Kargarfard M. Monitoring collegiate soccer players during a congested match schedule: Heart rate variability versus subjective wellness measures. *Physiol Behav.* 2018; 194: 527-531. [sited 2021 May 20]. PMID: 29981763. doi: 10.1016/j.physbeh.2018.07.001
25. Wang AI. Systematic literature review on health effects of playing Pokémon Go. *Entertain Comput.* 2021; 38: 100411. [sited 2021 May 20]. doi: 10.1016/j.entcom.2021.100411
26. Wang AI, Skjervold A. Health and social impacts of playing Pokémon Go on various player groups. *Entertain Comput.* 2021; 39: 100443. [sited 2021 May 20]. doi: 10.1016/j.entcom.2021.100443
27. Ruiz-Ariza A, Casuso RA, Suarez-Manzano S, Martínez-López EJ. Effect of augmented reality game Pokémon GO on cognitive performance and emotional intelligence in adolescent young. *Comput Educ.* 2018; 116: 49-63. [sited 2021 May 20]. doi: 10.1016/j.compedu.2017.09.002
28. Qin Y. Attractiveness of game elements, presence, and enjoyment of mobile augmented reality games: The case of Pokémon Go. *Telemat Inform.* 2021; 62: 101620. [sited 2021 May 20]. doi: 10.1016/j.tele.2021.101620

УДК 796.012.6.015+793.7-028.23

### ПОЗИТИВНОЕ ВЛИЯНИЕ ЭКСЕРГЕЙМИНГА НА ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОСЛЕ СТРЕССА И МЕТАБОЛИЧЕСКИЙ ЭКВИВАЛЕНТ ЗАДАЧ ДЛЯ СПОРТСМЕНОВ И ГЕЙМЕРОВ (НА ПРИМЕРЕ ЭКСТЕРЬЕРНЫХ МОБИЛЬНЫХ ИГР)

**Андреев В. И., Случак А. И., Андрющенко М. И., Маер В. Я.**

**Резюме.** В статье раскрыты общие аспекты эксергейминга (EXG) как инструмента физического развития и снижение психологических нагрузок в ходе тренировок.

**Цель.** Главная идея статьи заключается в определении положительного влияния эксергейминга на организм по двум критериям – на стрессоустойчивость (на основе показателя скорость восстановления

после физического стресса, англ. RMSSD) и на борьбу с ожирением (на основе метаболического эквивалента, англ. MET - metabolic equivalent of task ).

**Материал и методы.** Основным качественным критерием исследования является разница между влиянием эксергейминга как разгрузочного психологического фактора на спортсмена и как мотиватора на рядового пользователя. Описаны основные категории подвижных видеоигр и главные вехи их истории. Особое внимание уделено эксергейм-киберспорту, что выражается в 19 соревнованиях на танцевальных тренажерах (World Pump Festival и Just Dance) и вхождении велоспортивной киберплатформы Zwift в список киберспортивных дисциплин eSports League. Выделены: домашние, медицинские, танцевальные, велотренажерные EXG, а также киннект-эмуляция спорта, классические видеоигры с gamercize-управлением и экстерьерные видеоигры. Расчеты основаны на опросе среди 190 участников игровых чатов украинского сообщества пользователей экстерьерных игр компании Niantic.

**Результаты.** Проведен анализ энергетического баланса основных типов эксергейм на базе показателя MET. Показано, что затраты энергии экстерьерных игр на базе опроса о пройденном расстоянии составляют около 5,65 ккал на 1 кг массы тела в день, в то время как энергетические затраты на фитнес-игру - 7,14 ккал на танцевальные видеоигры - 7, 14-10,0 ккал. При этом, тепловыделение на единицу площади тела по сравнению с данными в состоянии относительного мышечного покоя, возрастает для фитнес-игр в 4,1 раза, для танцевальных видеоигр в 5,75 и для экстерьерных - в 1,84-2, 59 раза больше тепловыделение в состоянии покоя.

**Выводы.** На основе показателя RMSSD с помощью платформы Energy Health проведен первый этап исследования влияния экстерьерных EXG на формирование стрессоустойчивости. Зафиксирована тенденция роста скорости восстановления после стресса 80% рядовых пользователей и 60% профессиональных спортсменов. При этом фактор новизны преобладал именно для спортсменов, ведь игроки экстерьерных мобильных игр был свой стаж. Соответственно можно говорить об определенном долгосрочном эффекте экстерьерных мобильных игр как инструмента тренировки стрессоустойчивости.

**Ключевые слова:** киберспорт, эксергейминг, экстерьерные мобильные игры, скорость восстановления после физического стресса, метаболический эквивалент.

UDC 796.012.6.015 + 793.7-028.23

### **Positive Impact of Exergaming on Recovery from Stress and Metabolic Equivalent of Tasks for Athletes and Gamers (on the Example of Outdoor Mobile Games)**

**Andreev V. I., Sluchak O. I., Andryushchenko M. I., Maer V. Ya.**

**Abstract.** The research focuses on exergaming as an instrument of physical training for stress tolerance.

*The purpose of the study* is to determine the positive effect of exergaming on two criteria: 1) on stress resistance based on root mean square of successive differences (speed of recovery after physical stress); 2) to combat obesity on the basis of metabolic equivalent of task. The main difference between simple gamer and professional sportsman reaction to the exergaming was developed. For example, exergaming is one of the best types of unloading workout for sportsman and one of the best motivator for more intense workout for simple exergamer. The main categories of exergames classification were reviewed in economic and scientific context of the exergame industry. Main exergaming types include: home, medical, dance and bike exergaming, connect emulation of the sport, role-playing game with gamercize-control and outdoor mobile games.

**Materials and methods.** Nineteen competitions of dance exergaming (World Pump Festival and Just Dance) and eSports League discipline of bike exergaming (Zwift) have been identified in aspects of cyber-sports. This article is confirmed in 2 experimental researches about: 1) metabolic equivalent of task in main exergaming types and outdoor mobile games in particular; 2) speed of recovery after physical stress. Study of metabolic equivalent of task for the exterior mobile games is based on Ukraine Niantic games community survey (190 members).

**Results and discussion.** Average playing experience for the Niantic games (Ingress, Pokémon Go and Harry Potter: Wizards Unite) community was 4 years (59% ≤5 years and 41% >5 years). The distance travelled during this time was about 7429 kilometers (32% passed more than 10,000 km). Metabolic equivalent of task and body heat balance was modelled on the basis of the survey data and metabolic WHO constants and body heat constants of ANSI standart. Exterior games take 5.65 kkal to 1 kg per 1 day, home fitness exergaming (Power Pad, Let's Yoga, Personal Trainer: Walking) takes 7.14 kkal to 1 kg per 1 day, dance exergames take 7.14-10 kkal to 1 kg per 1 day. In the body heat equivalent, this is 4.1 times more than at rest for home-fitness videogames, 5.75 times more than at rest for dance exergaming and 1.84-2.59 times more than at rest for exterior mobile exergames.



*Conclusion.* Based on the indicators of root mean square of successive differences with the help of Energy Health free platform, the first stage of the research on the influence of outdoor exergames on the formation of stress tolerance was held. Root mean square of successive differences monitoring was carried out for 20 participants (10 Black Sea State University volleyball team members and 10 Niantic game community members). An increase in root mean square of successive differences was recorded for 80% of gamers and 60% of athletes. Moreover, the novelty factor acted precisely in athletes, which indicates long-term effectiveness of outdoor mobile games as an instrument of physical training for stress tolerance.

**Keywords:** cybersport, exergaming, outdoor mobile games, speed of renewal for physical stress, metabolic equivalent.

**ORCID and contributionship:**

Vyacheslav I. Andreev: 0000-0003-1143-8043<sup>E,F</sup>

Olexander I. Sluchak: 0000-0001-5051-0648<sup>D</sup>

Marina I. Andryushenko: 0000-0001-5895-7911<sup>A</sup>

Vasil Ya. Maer: 0000-0002-3108-4716<sup>B,C</sup>

---

A – Work concept and design, B – Data collection and analysis,  
C – Responsibility for statistical analysis, D – Writing the article,  
E – Critical review, F – Final approval of the article

**CORRESPONDING AUTHOR**

**Olexander I. Sluchak**

Black Sea National University,  
Researchpart

10, 68 Desantnykiv St., Mykolaiv 54003, Ukraine

tel: +38067-252-76-87, e-mail: slu4ok@gmail.com

*The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.*

Стаття надійшла 08.06.2021 р.

*Рекомендована до друку на засіданні редакційної колегії після рецензування*