

Т. Г. Фесенко, Д. В. Сергеев, О. М. Долгополов, І. Д. Сергородцев, М. В. Жук

Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ СТВОРЕННЯ МУЗИЧНО-ІГРОВИХ ПРОЕКТІВ: БІБЛІОМЕТРИЧНИЙ АНАЛІЗ

Анотація. Актуальність. Розвиток інформаційних технологій (ІТ) сприяє виникненню нових форм творчої взаємодії, зокрема у сфері музично-ігрових проєктів, що поєднують музику, ігрові механіки та цифрові технології. Інтеграція ІТ у такі продукти створює інноваційні можливості для навчання, реабілітації та розваг, що актуалізує потребу в систематизації знань у цій галузі. **Об'єкт дослідження:** наукові публікації, присвячені використанню інформаційних технологій для реалізації музично-ігрових проєктів. **Мета статті:** виявлення публікацій, що формують знання про сучасні ІТ для створення музично-ігрових проєктів. **Результати дослідження.** У статті проведено бібліометричний аналіз 414 документів із бази Scopus за запитом “music AND game AND projects” (1995–2025 pp.). Виділено 24 предметні області, об'єднані у шість галузей знань. Встановлено, що найбільше публікацій належить до комп'ютерних наук. Ключові слова проаналізовано та структуровано в чотири семантичні кластери: технології розробки музичних ігор, освітні мультимедійні платформи, психологічні й терапевтичні аспекти, а також соціально-економічні ефекти. Виявлено недостатню представленість напрямів, пов'язаних із робототехнікою, мультисенсорними системами та музичною терапією в ігровому середовищі. **Висновки.** Отримані результати дозволяють розширити уявлення про наукову структуру теми музично-ігрових проєктів та виявити напрями подальших досліджень, зокрема в освітньо-реабілітаційній сфері та при розробці інтерактивних ІТ-продуктів. Сфера використання отриманих результатів: освітні, культурні, реабілітаційні та креативні цифрові платформи, що базуються на музично-ігрових взаємодіях.

Ключові слова: музично-ігрові проєкти; інформаційні технології (ІТ); бібліометричний аналіз; бібліометричні дані; бібліометрична карта; кластеризація ключових слів.

Вступ

Постановка проблеми. Інформаційні технології (ІТ) дедалі активніше використовуються для створення музичних ігрових проєктів, що поєднують у собі цифрову музику, інтерактивність та ігрові механіки. Зростання інтересу розробників, дослідників і користувачів до інтеграції сучасних ІТ-рішень у музичні ігрові продукти відкриває нові можливості для творчості, навчання та розваг.

Основою для музично-ігрових проєктів є різноманітні ІТ: цифрові аудіоінструменти, ігрові рушії, штучний інтелект (Artificial Intelligence, AI), хмарні сервіси, мережеві технології. Цифрові аудіоробочі станції (Digital Audio Workstation, DAW) та платформи як Unity3D дозволяють створювати інтерактивні музичні середовища, де музика адаптується до дій користувача, створюючи унікальний досвід. AI (зокрема генеративні моделі) автоматизувати процеси композиції, генерації музичних тем, аранжування та навіть створення персоналізованих музичних треків у реальному часі, що значно розширює творчі можливості розробників [1–4].

Важливим напрямом є освітній потенціал музичних ігрових проєктів. Застосування віртуальної (Virtual Reality, VR) та доповненої реальності (Augmented Reality, AR) у поєднанні з інтерактивними іграми створює ефективні середовища для навчання музиці, підвищує мотивацію та залученість учнів, а також сприяє розвитку музичних навичок у доступній і захопливій формі [5]. Впровадження ігрових механік у навчальні процеси дозволяє адаптувати контент під індивідуальні потреби користувачів, забезпечуючи зворотний зв'язок і стимулюючи креативність [6, 7].

Інфраструктурні аспекти, зокрема оптимізація мережних алгоритмів, забезпечення віддаленого

доступу до ресурсів і використання гід- та хмарних технологій, є критично важливими для стабільної роботи музичних ігрових платформ. В роботах [8–12] висвітлюються методи підвищення живучості комп'ютерних мереж, управління ресурсами хмарної інфраструктури та забезпечення безпеки даних, що безпосередньо впливає на якість і надійність музичних ігрових сервісів. Крім того, управління музично-ігровими проєктами вимагає комплексного підходу, що враховує технічні, організаційні та якісні аспекти [13, 14].

Для систематизації знань у сфері застосування інформаційних технологій для реалізації музично-ігрових проєктів широкого застосування набуває бібліометричний аналіз [15, 16]. Цей метод дозволяє виявити ключові тенденції, визначити провідних авторів, інституцій та країни, а також простежити динаміку розвитку тематики у часі. Використання бібліометричних платформ, таких як Scopus, Web of Science та Google Scholar, сприяє підвищенню якості наукових досліджень і формуванню ефективних стратегій розвитку галузі. Огляд публікацій про застосування ІТ інструментів реалізації музично-ігрових проєктів дозволив нам окреслити цілі цього дослідження.

Мета і завдання дослідження. Метою даного дослідження є виявлення публікацій, що формують знання про сучасні ІТ для створення музично-ігрових проєктів. Для досягнення цієї мети були сформульовані наступні завдання:

- здійснити пошук публікацій, що висвітлюють можливості та результати використання ІТ для створення музично-ігрових проєктів;
- проаналізувати публікації, розміщені у науково-метричній базі Scopus, із використанням інструментів візуалізації;
- розробити бібліографічні карти ключових слів із використанням VosViewer Software.

Методологія збору та структуризації даних

Бібліометрія є важливим інструментом для проведення кількісного аналізу наукової діяльності. Вона ґрунтується на використанні статистичних показників, що дозволяють простежити публікаційну динаміку в окремих галузях знань. Завдяки бібліометричним дослідженням можна оцінити еволюцію наукових тем та напрямів у часовому вимірі. З точки зору епістемології, ця методика дозволяє виявити, як змінювалися й розвивалися наукові дисципліни. Бібліометричний підхід також дає змогу встановити взаємозв'язки між авторами, науковими установами та найбільш цитованими роботами в конкретній сфері. До того ж, він слугує інструментом для ідентифікації потенційних дослідницьких колективів і виявлення майбутніх наукових трендів.

Для відбору документів було використано наукометричну базу даних Scopus. Пошук у базі даних здійснювався в полі «Назва статті, Анотація, Ключові слова (Article title, Abstract, Keywords) із використанням термінів «music AND game AND projects». Враховувався період публікації – від 1995 до 01 червня 2025 року. Поле «Предметна область (Subject Area)» показало, що контекст вибраних документів потрапляє до 24 сфер знань (рис. 1). Найбільш значна кількість (228 документів) стосується комп'ютерних наук. Для подальшого аналізу 24 сфери знань були згруповані в 6 галузей знань:

1) технічні науки (Computer Science, Engineering, Energy, Materials Science, Chemical Engineering) – 269 документів;

2) соціальні науки (Social Sciences, Economics, Econometrics and Finance, Business, Management and Accounting, Psychology, Decision Sciences) – 128 документів;

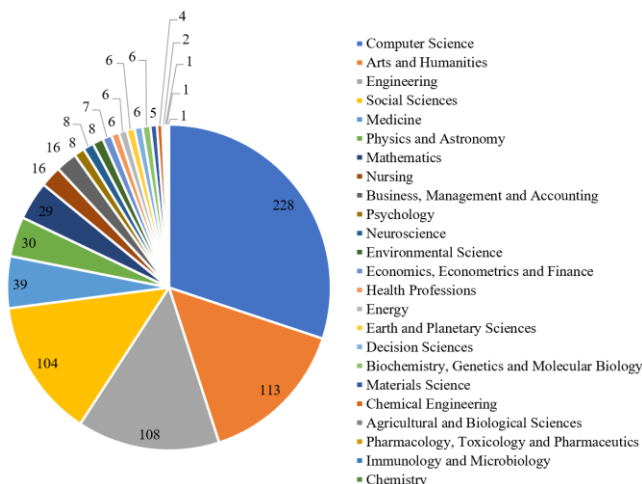


Рис. 1. Репрезентативність публікацій у предметних галузях, обраних за запитом «music AND game AND projects» у наукометричній базі даних Scopus

3) природничі науки (Physics and Astronomy, Mathematics, Environmental Science, Earth and Planetary Sciences, Chemistry) – 65 документів;

4) медицина та охорона здоров'я (Medicine, Nursing, Health Professions, Pharmacology, Toxicology and Pharmaceutics) – 46 документів;

5) біологічні науки (Neuroscience, Biochemistry, Genetics and Molecular Biology, Immunology and Microbiology, Agricultural) – 17 документів.

6) гуманітарні науки (Arts and Humanities) – 113 документів.

За допомогою контент-аналізу було виявлено, що тематика музично-ігрових проєктів охоплена усіма галузями знань, а саме: технічними – [17–22]; соціальними – [23–28]; природничими – [29–34]; медициною та охороною здоров'я – [35–37]; біологічними – [38, 39]; гуманітарними науками – [40–45]. При цьому було виявлено, що база даних Scopus деякі документи про музично-ігрові проєкти відносить до кількох галузей знань, зокрема:

– доповідь на конференції про нові форми взаємодії користувачів (люди похилого віку), дизайн та оцінку інтерфейсу гри DanceMove, що інтегрує налаштовану хореографію, адаптивні рівні складності та вибір музики [18] – двох галузей знань (технічні науки, медицина і охорона здоров'я);

– доповідь на конференції представляє проєкт «Gamelan Metaverse», створений за допомогою технології віртуальної реальності (Virtual Reality, VR) з підтримкою захоплюючого 3D-середовища [25] – трьох галузей знань (технічні, соціальні науки, медицина та охорона здоров'я);

– доповідь на конференції про проєкт, присвячений вивченню та реалізації систем мультимодальної взаємодії для генерації, обробки та контролю звуку й музики і представлений у музеї в Парижі у вигляді інтерактивної інсталяції [30] – трьох галузей знань (гуманітарні, технічні, природничі науки);

– доповідь на конференції про використання соціальних допоміжних роботів для когнітивної реабілітаційної терапії людей з інвалідністю [36] – двох галузей знань (технічні науки, медицина та охорона здоров'я);

– стаття про інтелектуальний пристрій та алгоритми, які дозволяють ігрові застосунки доповнювати ароматами та текстовими субтитрами [38] – трьох галузей знань (біологічні, природничі, технічні науки);

– доповідь на конференції про ігровий інтерфейс, який дозволяє неекспертам створювати експресивні відтворення існуючої музики (не володіючи інструментом), а досвідченим музикантам – дозволяє експериментувати з обраним твором, не опановуючи нот твору [42] – трьох галузей знань (гуманітарні, технічні та природничі науки).

У полі «Тип документа (Document type)» показано, що вибрані документи структуровані наступним чином: доповіді на конференціях – 169, статті – 122, розділ книг – 56, огляди конференцій – 31, книги – 21, огляди – 10, редакційних статей – 4, короткий огляд – 1. В результаті перевірки усі (414) документи були відібрані для подальшого аналізу.

Згідно з полем «Країна/територія (Country/territory)», автори документів представляють 57 країн, у тому числі: Сполучені Штати (95 документів), Велика Британія (53 документів), Італія (31 документів), Канада (20 документів), Іспанія (12 документів), Швеція (14 документів), Німеччина (13 документів).

Високорівневий аналіз бібліометричних даних

За результатами аналізу виявлено, що для публікації результатів досліджень про музично-ігрові проекти автори надавали перевагу: Lecture Notes in Computer Science Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics (16 документів); Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression (11 документів); ACM International Conference Proceeding Series (10 документів); Journal of Sound and Music in Games (документів). Найбільш цитовані документи опубліковані у таких джерелах, як: в Self-Expression [30] – 262 цитувань; в Computers and Education [4] – 139 цитувань; в Africa [31] – 137 цитувань; в ACM International Conference Proceeding Series [5] – 134 цитувань і [32] – 129 цитувань; в Interactions [6] – 100 цитувань.

Географія досліджень про музично-ігрові проекти пов'язана з 160 організаціями, більшість з яких є науковими та академічними установами (101), а 59 – інші організації, зокрема: SoftServe (ІТ-компанія з глобальним впливом, спеціалізується на розробці програмного забезпечення та консалтингу), ARGUS DATA INSIGHTS Schweiz AG (міжнародна компанія з моніторингу медіа та аналітики), Deeper Impact AG (швейцарська компанія в галузі штучного інтелекту й ІТ-рішень), Schibsted Media Group (один із найбільших медіаконгломератів Скандинавії), FOCUS TV (німецька медіа/телевізійна компанія), Interactive Media Institute (американська організація, що поєднує ІТ і психологію), PublicVR (американська компанія, яка займається VR/AR для освіти, науки, музеїв), Netural GmbH (австрійська цифрова агенція, яка виконує проекти у сфері UX/UI, веб та мобільних рішень). Приналежність авторів до цих організацій підтверджується різною кількістю документів (від 1 до 7). Università degli Studi di Genova (Генуя, Італія) має 7 документів, дев'ять академічних і наукових установ мають по 4 документи: The Royal Institute of Technology (Стокгольм, Швеція), Luleå University of Technology (Лулео, Швеція), Goldsmiths, University of London (Лендон, Велика Британія), National University of Singapore (Сінгапур, Сінгапур), Consiglio Nazionale delle Ricerche (Rome, Italy), University of Cincinnati (Цинциннаті, Сполучені Штати), Sant'Anna Scuola Universitaria Superiore Pisa (Піза, Італія), Mines Paris - PSL (Париж, Франція), University of Alberta (Едмонтон, Канада).

Важливим елементом бібліометричного аналізу є частота використання ключових слів. З 414 документів було відфільтровано 160 ключових слів. Для подальшого аналізу було виключено слова: Article, Clinical Article, Current, Priority Journal, United States, Research, Pilot Projects, Pilot Study, Controlled Study, Case-studies, Surveys, Questionnaire. Також, були згруповані ключові слова, подібні за значенням: Adolescent/Students/College Students/Young Adult (у 16 документах), Adult/Female/Male (у 55 документах), Aged/Aged, 80 And Over/Older Adults (у 12 документах),

Child/Children (у 13 документах), Computer Programming/Programming (у 18 документах), Design/Design And Development/Software Design (у 27 документах), Digital Music/ Computer Music (у 33 документах), Education Computing / Learning Systems (у 19 документах), Education/ Teaching/ Engineering Education (у 44 документах), E-learning/Computer Aided Instruction (у 21 документі), Game Design/ Game Development (у 16 документах), Game Music/Games Musics (у 10 документах), Game/Games/ Computer Games (у 49 документах), Human Computer Interaction/Interaction/ Interaction Design (у 36 документах), Human/Humans (у 57 документах), Immersion/ Immersive (у 10 документах), Mobile Devices/ Smartphones/Smart Phones (у 13 документах), Multimodal/Multi-modal (у 8 документах), Music/ Music Composition (у 68 документах), Open Source/Open Source Software/Open Systems (у 14 документах), Psychology/ Psychological Aspect (у 9 документах), Robotics/Robots (у 12 документах), Social Networking (online)/ Social Interactions/Facebook/ Youtube/Internet (у 28 документах), Video Game /Video Games /Video-games (у 42 документах).

Такі інструменти, як «хмара» (рис. 2) та «діаграма» (рис. 3), візуалізують значущість термінів, які стосуються музично-ігрових проектів на основі кількості згадувань в аналізованих документах. Слабовидимими слова (3-d Environments, Application Programming Interfaces (API), Architectural Design, Art, Automatic Generation, Awareness, Background Musics, Biofeedback, Composition) показують, що в існуючих дослідженнях недостатню наукову розробленість відповідного питання.

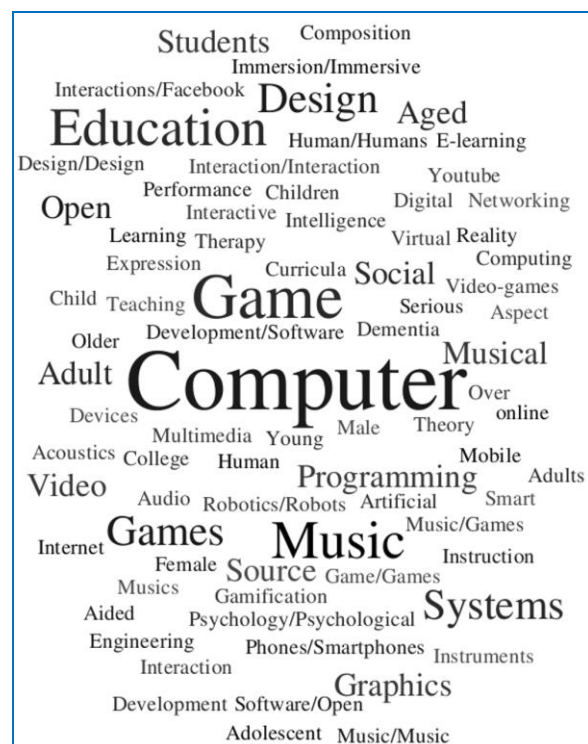


Рис. 2. Хмара ключових слів у документах про музично-ігрові проекти у Scopus (згенерована WordItOut)

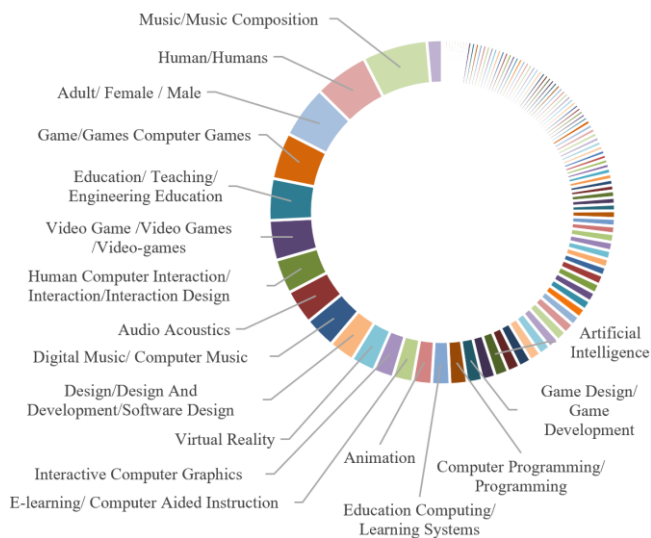


Рис. 3. Діаграма частоти ключових слів у документах про музично-ігрові проекти в Scopus (сформована із використанням MS Excel)

Бібліометричні карти та аналіз кластерів ключових слів

Бібліометричний аналіз даних було проведено за допомогою програмного забезпечення VOSviewer версії 1.6.20. Для експорту даних про вибрані 414 документів з бази даних Scopus у форматі CSV було вибрано такі налаштування:

- інформація про цитування (Author(s), Document title, Year, EID, Source title, Volume, issues, pages, Citation count, Source & document type, Publication stage, DOI, Open access);
- бібліографічна інформація (Affiliations, Serial identifiers (e.g. ISSN), PubMed ID, Publisher, Editor(s), Language of original document, Correspondence address, Abbreviated source title);
- анотація та ключові слова (Abstract, Author keywords, Indexed keywords);
- інформація про фінансування (Number, Acronym, Sponsor, Funding text);
- інша інформація (Tradenames & manufactur-

ers, Accession numbers & chemicals, Conference information, Include references).

Для створення карти на основі бібліографічних даних у програмі VOSviewer встановлено такі параметри: тип аналізу – Co-occurrence; одиниця аналізу – All keyword; метод підрахунку – Full counting; мінімальна кількість входжень ключового слова – 5, при цьому 8 ключових слів (article, pilot projects, pilot study, priority jornal, united states, clinical article, case-studies, research) виключено. В результаті скринінгу програма VOSviewer відібрала 85 ключових слів, для кожного з яких розрахувала кількість та силу (потужність) згадувань. Аналіз дозволив виявити, що найчастіше використовуваним ключовим словом було «music» з 79 взаємозв'язками і 60 згадувань, далі йдуть «human/humans», «female/male», «computer games» та «audio acoustics». У таблиці 1 наведено 10 найпопулярніших ключових слів із їх силою (потужністю) згадувань.

Таблиця 1 – Десять найчастіше згадуваних ключових слів у публікаціях про музично-ігрові проєкти

Ранг	Ключове слово	Кількість згадувань	Сила згадувань
1	music	60	283
2	human/humans	57	482
3	female/male	46	430
4	computer games	35	158
5	audio acoustics	36	122
6	virtual reality	25	117
7	computer music	29	113
8	human computer interaction	21	110
9	video games/video game	32	195
10	animation	20	90

Бібліометрична карта (рис. 4) містить 84 ключових слів, структурованих у чотири кластери, включаючи «computer games», «music» (у Кластері 1), «game/games» (у Кластері 2), «video game/video games game» (у Кластері 3) та «game theory», «music education» (у кластері 4):

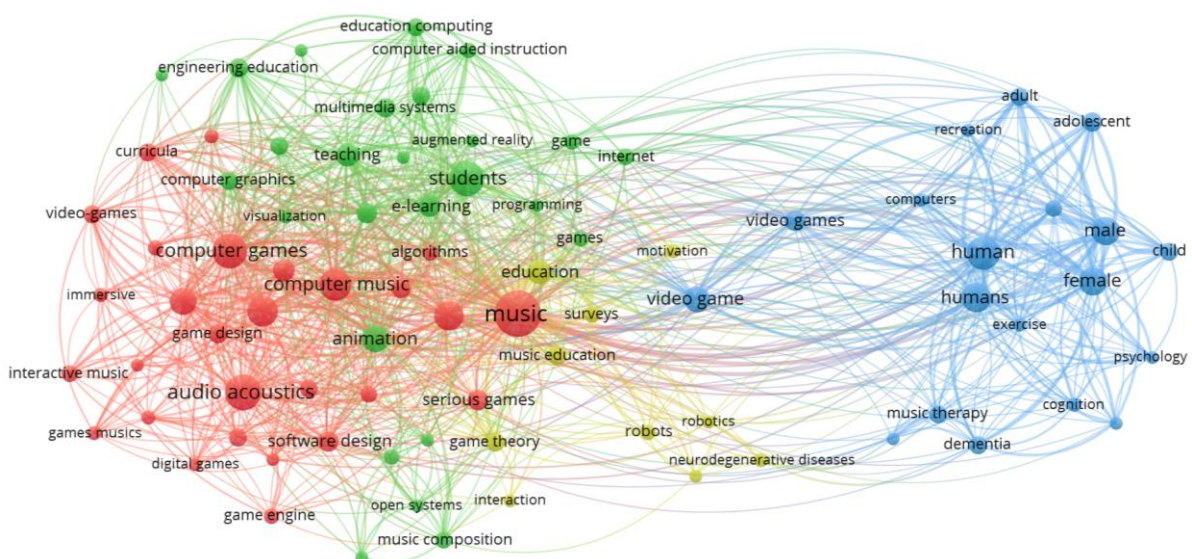


Рис. 4. Бібліометрична карта кластерів (елементів) ключових слів у документах про музично-ігрові проєкти у Scopus

– Кластер 1 (червоний) – 28 ключових слів (algorithms, artificial intelligence, audio acoustics, behavioral research, **computer games**, computer, music, curricula, design, digital games, game design, game development, game engine, gameplay, games musics, gamification, human computer interaction, immersive, interactive computer graphics, interactive music, **music**, musical expression, performance, serious games, software design, three dimensional computer graphics, user interfaces, video-games, virtual reality);

– Кластер 2 (зелений) – 26 ключових слів (animation, augmented reality, computer aided instruction, computer graphics, computer operating systems, computer programming, e-learning, education computing, engineering education, **game**, **games**, internet, learning systems, machine learning, mobile devices, multimedia systems, music composition, musical instruments, open source software, open systems, programming, social interactions, social networking (online), students, teaching, visualization);

– Кластер 3 (синій) – 19 ключових слів (adolescent, adult, aged, child, cognition, computers, dementia, exercise, female, human, humans, male, music therapy, occupational therapy, priority journal, psychology, questionnaire, recreation, **video game**, **video games**);

– Кластер 4 (гірчичний) – 10 ключових слів (economic and social effects, education, **game theory**, interaction, motivation, **music education**, neurodegenerative, diseases, robotics, robots, surveys);

На бібліометричній карті (рис. 4) позначено 1020 взаємозв'язків між 84 елементами, загальна сила взаємозв'язків – 2258.

Кластерний аналіз ключових слів (елементів) показав, що:

– Кластер 1 об'єднує технології розробки ігрового програмного забезпечення з музичним контентом і включає: алгоритми, штучний інтелект, тривимірну графіку, гейміфікації, інтерфейси користувачів та віртуальну реальність;

– Кластер 2 представляє концепцію застосування музично-ігрових технологій та їх програмну реалізацію в освітній галузі (викладення програмування, комп'ютерна підтримка навчання, соціальна взаємодія студентів у цифровому середовищі, інклюзивна та міждисциплінарна освіта);

– Кластер 3 відображає взаємозв'язок між психологією, педагогікою, ІТ для оцінки впливу ігор і музики (музична терапія, трудова терапія) на фізичні, когнітивні, психологічні характеристики людей різних вікових і гендерних груп;

– Кластер 4 створює синергію соціальних, економічних і мотиваційних аспектів функціонування музично-ігрових проєктів шляхом застосування теорії ігор, мотивації, освіти, соціальних ефектів, роботизованих рішень.

Застосування фільтра «Keywords» в Scopus дозволило вибрати документи, що стосуються кожного кластера. В таблиці 2 показано документи з найбільшою кількістю цитувань в кожному кластері.

Аналіз взаємозв'язків між ключовими словами «Computer games»– «Video games» – «Robotic» (рис.

5) показав, що відсутність інтеграції між музично-ігровими системами (іграми, застосунками) та робототехнікою на бібліометричній карті «підсвічують» дослідницькі прогалини у публікаціях. Можна припустити, що застосування музично-ігрових ІТ продуктів у реабілітаційних програмах з елементами робототехніки поки недостатньо представлений у публікаціях, які індексуються Scopus.

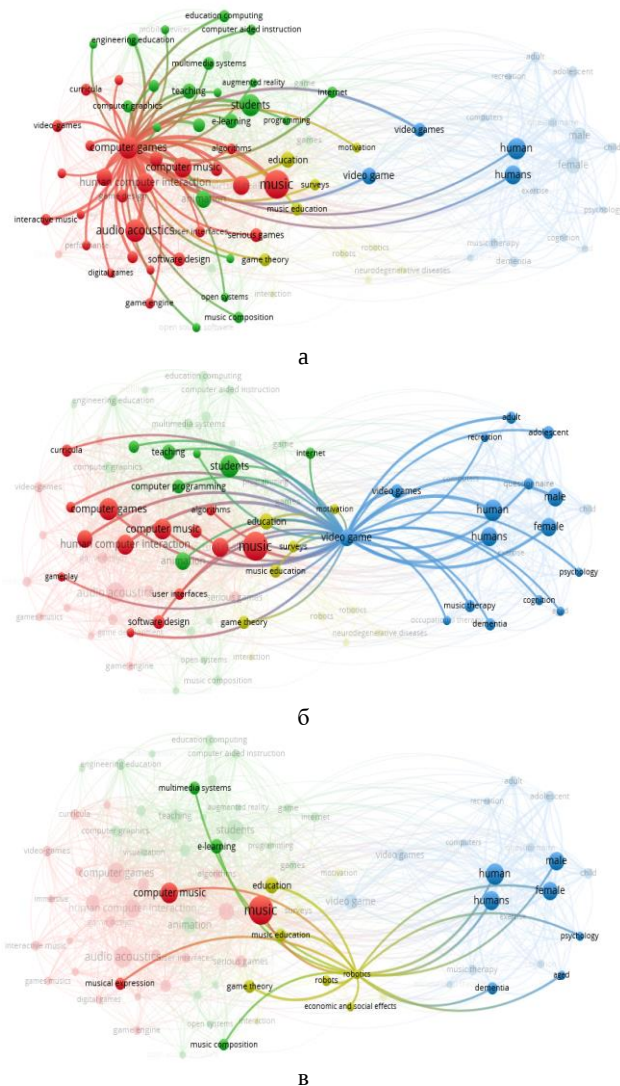


Рис. 5. Бібліометрична карта слів:
а – «Computer games», б – «Video games», в – «Robotic»

На рисунку 6 представлено карту кластерів ключових слів (елементів) документів про музично-ігрові проєкти у часі (за роками). Примітно, що до 2020 року в документах здебільшого використовувалися елементи, включені до Кластера 1 (musical expression), Кластера 2 (multimedia systems, mobile devices, teaching, computer graphics), Кластера 3 (adolescent, recreation, child), Кластера 4 (education, game theory, interaction). Протягом останніх трьох років (2023–2025) домінуючими стали документи, що містять елементи: video-games, games music (Кластер 1); machine learning, computer aided instruction, game, programming (Кластер 2); psychology (Кластер 3); economic and social effects (Кластер 5).

Таблиця 2 – Структурування ключових слів (елементів) у документах про музично-ігрові проекти у Scopus

Назва кластера	Ключові слова	Cluster Description	Найбільш цитовані документи
Кластер 1. Технології розробки та дизайну музичних ігор	algorithms, artificial intelligence, audio acoustics, behavioral research, computer games , computer, music, curricula, design, digital games, game design, game development, game engine, game-play, games musics, gamification, human computer interaction, immersive, interactive computer graphics, interactive music, music , musical expression, performance, serious games, software design, three dimensional computer graphics, user interfaces, video-games , virtual reality	Об'єднує технології розробки ігрового програмного забезпечення з музичним контентом і включає: алгоритми, штучний інтелект, тривимірну графіку, гейміфікації, інтерфейси користувачів та віртуальну реальність. Фокус на зосереджено на інтерактивності, дизайні та імерсивності музично-ігрових середовищах. Музика виступає як ключовий елемент геймплею, а інновації в графіці й UI – як основа взаємодії з користувачем.	[46] – 262 цитувань, [21] – 134 цитувань, [48] – 129 цитувань, [22] – 100 цитувань, [49] – 89 цитувань, [50] – 67 цитувань, [51] – 61 цитувань
Кластер 2. Освітні технології та мультимедійні платформи	animation, augmented reality, computer aided instruction, computer graphics, computer operating systems, computer programming, e-learning, education computing, engineering education, game, games , internet, learning systems, machine learning, mobile devices, multimedia systems, music composition, musical instruments, open source software, open systems, programming, social interactions, social networking (online), students, teaching, visualization	Представляє концепцію застосування музично-ігрових технологій та їх програмну реалізацію в освітній галузі та включає: e-learning, комп'ютерну графіку, анімацію, доповнену реальність, програмування, використання open source та інтернет-платформ. Музика використовується як «підсилювач» (каталізатор) навчального ефекту, а ігри – як інструмент залучення та мотивації.	[20] – 139 цитувань, [21] – 134 цитувань, [48] – 129 цитувань, [22] – 100 цитувань, [52] – 56 цитувань, [53] – 42 цитувань
Кластер 3. Соціально-психологічні аспекти впливу музично-ігрових систем	adolescent, adult, aged, child, cognition, computers, dementia, exercise, female, human, humans, male, music therapy, occupational therapy, psychology, questionnaire, recreation, video game, video games	Відображає вплив музично-ігрових програмних продуктів на психіку, розвиток і здоров'я людини (людей з деменцією, осіб похилого віку, дітей, різних гендерних груп).	[21] – 134 цитувань, [50] – 67 цитувань, [51] – 61 цитувань, [54] – 54 цитувань, [55] – 47 цитувань
Кластер 4. Соціально-економічні цінності музично-ігрових систем	economic and social effects, education, game theory , interaction, motivation, music education , neurodegenerative diseases, robotics, robots, surveys	Стратегічно важливий кластер, що формує рамку для аналізу соціальних, економічних і мотиваційних аспектів функціонування музично-ігрових проєктів, які мають комерційне або соціальне спрямування	[20] – 139 цитувань, [21] – 134 цитувань, [52] – 56 цитувань, [53] – 42 цитувань, [56] – 42 цитувань

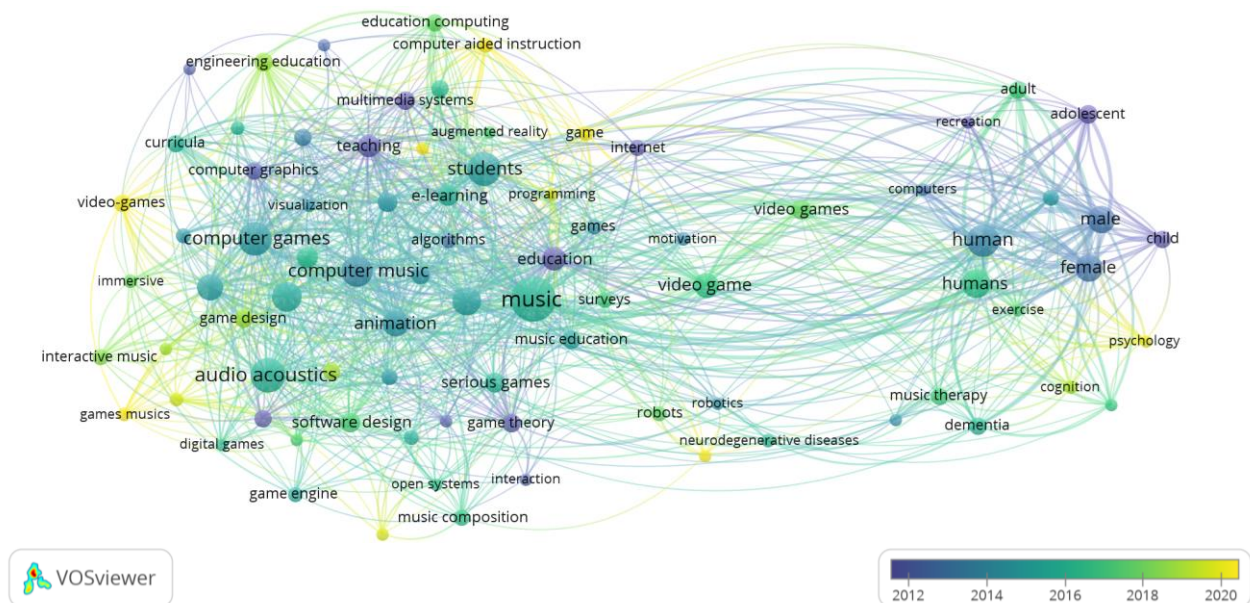


Рис. 6. Бібліометрична карта кластерів ключових слів у документах про музично-ігрові проєкти у Scopus у часі (за роками)

Висновки

Проведений аналіз засвідчує, що музично-ігрові проєкти формують міждисциплінарну сферу, яка об'єднує цифрову музику, ігрову взаємодію та сучасні інформаційні технології — зокрема штучний інтелект, віртуальну та доповнену реальність, хмарні сервіси та мережеву інфраструктуру. Ці проєкти відкривають нові можливості для творчості, навчання, реабілітації та соціальної взаємодії в циф-

ровому середовищі.

Бібліометричний аналіз публікацій у базі даних Scopus, здійснений за запитом “music AND game AND projects”, охопив 414 документів, опублікованих у період з 1995 року до 1 червня 2025 року. Змістова класифікація засвідчила приналежність документів до 24 предметних галузей, які були згруповані у шість укрупнених галузей знань: технічні, соціальні, природничі, медичні, біологічні та гуманітарні. Найбільша кількість публікацій припадає на сфе-

ру комп'ютерних наук (228 документів), що свідчить про технологічну домінанту в досліджуваній тематиці.

Контент-аналіз публікацій показав, що музично-ігрові проекти є предметом інтересу різних галузей знань, низка публікацій охоплює декілька дисциплін одночасно (наприклад, технічні науки та медицина, або гуманітарні науки і природничі). Географія досліджень охоплює 57 країн світу, а до створення публікацій долучилися 160 організацій, серед яких як академічні установи, так і провідні IT-компанії.

Аналіз ключових слів, візуалізований за допомогою хмари слів (WordItOut) і діаграм (MS Excel), дозволив виокремити найчастіше вживані терміни, зокрема: “music”, “computer games”, “virtual reality”,

“human-computer interaction”. Менш видимі терміни (наприклад, “robotics”, “biofeedback”, “interactive composition”) свідчать про недостатню наукову розробку окремих напрямів. Бібліометричне картування (VOSviewer) дозволило виокремити чотири ключові кластери тем: 1 – технології дизайну музичних ігор; 2 – освітні платформи та мультимедійне середовище; 3 – соціально-психологічний вплив музично-ігрових систем; 4 – соціально-економічні аспекти застосування музики в ігрових платформах.

Результати дослідження можуть стати основою для подальших наукових розвідок у напрямках інтеграції музично-ігрових систем з робототехнікою, а також розширення їх використання у навчальних, реабілітаційних та інноваційних цифрових середовищах.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Zhang, Y., & Chen, L. Artificial Intelligence in Music Composition: A Review. *Journal of Creative Techn.*, 2023, 12(2), 45-60.
2. Smith, J., & Lee, K. Adaptive Music in Video Games: Techniques and Applications. *Int. J. of Game Audio*, 2024, 8(1), 22-38.
3. Nguyen, T., & Park, S. Cloud Computing for Interactive Music Applications: Challenges and Solutions. *Journal of Cloud Technologies*, 2022, 5(4), 110-125.
4. Johnson, M., & Davis, R. Distributed Systems for Real-time Music Collaboration. *IEEE Transactions on Multimedia*, 2023, 25(6), 1400-1412.
5. Brown, A., & Wilson, P. Virtual and Augmented Reality in Music Education. *Educational Technology Review*, 2023, 30(3), 78-95.
6. Fesenko T., Ruban I., Karpenko K., Fesenko G., Kovalenko A., Yakunin A., Fesenko H. Improving of the Decision-Making Model in the Processes of External Quality Assurance of Higher Education. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2022, 1(3(115)), 74–85. DOI: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2022.253351>
7. Fesenko, T., Golovko, G., Fesenko, H., Yakunin, A., Fesenko, G. Identifying creative tasks in project management with a gender perspective. *CEUR Workshop Proceedings. 4rd International Workshop IT Project Management (ITPM 2023)*, Warsaw, Poland, May 19, 2023, №3453, pp. 186–195. <https://ceur-ws.org/Vol-3453/paper17.pdf>.
8. Ткачов В.М., Чепурна І.С., Фесенко Т.Г. Метод мультирівневого VPN-тунелювання для забезпечення віддаленого доступу до вузлів Екстранет-мережі. *Вісник ХНТУ*, 2024, № 3(90), с. 299–308. <https://doi.org/10.35546/kntu2078-4481.2024.3.37>.
9. Ткачов В.М., Коваленко А.А., Фесенко Т.Г. Оптимізація мережного алгоритму функціонування комп'ютерних мереж підвищеної живучості. *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2021, 3(65), с. 143–147. DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2021.3.143>.
10. Андрусенко Ю.О., Фесенко Т.Г. Грід-технології в розподілених обчислювальних середовищах. *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2023, 3(73), с. 148-151. DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2023.3.148>.
11. Андрусенко Ю.О., Фесенко Т.Г. Нестационарність ресурсів та послуг хмарної інфраструктури. *Системи управління, навігації та зв'язку*, 2023, 4(74), с. 129-133. DOI: <https://doi.org/10.26906/SUNZ.2023.4.129>.
12. Rezanov B., Semenova A., Petrovska I., Fesenko T. Model for providing the second factor of authentication into authentication services with centralized account databases. *Proceedings of Fifth International Scientific and Technical Conference on “Computer and information systems and technologies”*, Kharkiv, April 2021, P. 46–47. DOI: <https://doi.org/10.30837/csitic52021232201>.
13. Фесенко Т.Г. Управління проектами: теорія та практика виконання проектних дій. Харків: ХНАМГ, 2012. 181 с.
14. Barska I., Teslenko P., Fesenko T., Voznyi O. Algorithm of distributing the team load for IT-project. *2015 IEEE 8th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS)*, Warsaw, Poland, 2015, pp. 559–562, doi: 10.1109/IDAACS.2015.7341367.
15. Lee, H., & Kim, J. Gamification Strategies for Music Learning: A Systematic Review. *Journal of Educational Games*, 2024, 15(1), 10-29.
16. Chen, X., & Zhao, Y. Bibliometric Analysis of Digital Music Technologies. *Scientometrics*, 2023, 128(7), 3451-3472.
17. Rudenko, S., Haahr, M. (2025). The Gallery Game: Locative Augmented Reality for Cultural Engagement Using Multisensory Design. In: Murray, J.T., Reyes, M.C. (eds) *Interactive Storytelling. ICIDS 2024. Lecture Notes in Computer Science*, vol 15467. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-78453-8_6
18. Diehl, C., Silva, T., Ferraz, J., Almeida, A., Martins, A. I., Ribeiro, Ó., Sa8ntinha, G., Rocha, N. and Silva, A. (2025). DanceMove: Promoting Social Interaction and Healthy Ageing Through Foot-Interaction. In *Proceedings of the 11th International Conference on Information and Communication Technologies for Ageing Well and e-Health - IS4WB_SC*, pages 421-432. DOI: 10.5220/0013504100003938.
19. Ahmadian, S., Brevik, L. M. This Land is My Land: Teachers' integration of game and novel in English instruction. (2024) *Journal of Computer Assisted Learning*, 40 (5), pp. 2190-2207. DOI: 10.1111/jcal.13012.
20. Connolly T. M., Stansfield M., Hailey T. An alternate reality game for language learning: ARGuing for multilingual motivation. (2011) *Computers and Education*, 57 (1), 2011. pp. 1389-1415. DOI: 10.1016/j.compedu.2011.01.009.
21. Guillaume D., Pierre J. Motivation-driven educational game design: applying best practices to music education. *ACE '05: Proceedings of the 2005 ACM SIGCHI International Conference on Advances in computer entertainment technology*. Pages 462 - 465. <https://doi.org/10.1145/1178477.1178581>.

22. A. Monroy-Hernández, M. Resnick. Empowering kids to create and share programmable media. *Interactions*, Volume 15, Issue 2, 2008. Pages 50 - 53. <https://doi.org/10.1145/1340961.1340974>.
23. C. Carvilhe, G. H. M. Moro, A. Vermonde, J. G. Noronha Filho and C. N. Silla, "Interdisciplinary Project-Based Learning: An Experience with Digital Games and Music Production Students," *2024 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, Washington, DC, USA, 2024, pp. 1-9, doi: 10.1109/FIE61694.2024.10893337.
24. Nordin, J. (2024). Dreaming of new musical interaction – the interactive music in the project Dream. *International Journal of Performance Arts and Digital Media*, 20(1), 5–28. <https://doi.org/10.1080/14794713.2024.2328007>
25. A. Syukur, P. N. Andono and A. Maulana Syarif, "A Multiplayer Virtual Reality Game for Playing Gamelan Music in a Virtual Orchestra Mode," *2023 3rd International Conference on Intelligent Cybernetics Technology & Applications (ICICyTA)*, Denpasar, Bali, Indonesia, 2023, pp. 375-379, doi: 10.1109/ICICyTA60173.2023.10428795.
26. Caruso, F., Di Mascio, T. and Pennese, M. (2019). Gamify the Audiation: The CrazySquare Project. In *Proceedings of the 11th International Conference on Computer Supported Education - Volume 1: CSEDU*; ISBN 978-989-758-367-4; ISSN 2184-5026, SciTePress, pages 92-99. DOI: 10.5220/0007764900920099.
27. C. -K. Chang, Y. -T. Tsai and Y. -L. Chin, "A Visualization Tool to Support Analyzing and Evaluating Scratch Projects," *2017 6th IIAI International Congress on Advanced Applied Informatics (IIAI-AAI)*, Hamamatsu, Japan, 2017, pp. 498-502, doi: 10.1109/IIAI-AAI.2017.83.
28. Tally A. C., Kim Y. R., Boustani K. and Nippert-Eng C. Protect and Project: Names, Privacy, and the Boundary Negotiations of Online Video Game Players. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, Volume 5, Issue CSCW1. Article No.: 159, Pages 1 - 19. <https://doi.org/10.1145/3449233>.
29. Stadelmann, T. *et al.* (2018). Deep Learning in the Wild. In: Pancioni, L., Schwenker, F., Trentin, E. (eds) *Artificial Neural Networks in Pattern Recognition. ANNPR 2018. Lecture Notes in Computer Science()*, vol 11081. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-99978-4_2.
30. Rodet X., Lambert J.-P., Cahen R., Gaudy T., Gosselin F., Mobuchon P. Study of haptic and visual interaction for sound and music control in the phase project. (2005). *Proc. of the Int. Conf. on New Interfaces for Musical Expression*, pp. 109-114.
31. Bridgett, R. (2021). *Leading with Sound: Proactive Sound Practices in Video Game Development* (1st ed.). Focal Press. <https://doi.org/10.4324/9781003082521>.
32. Frachi, Y., Takahashi, T., Wang, F., Barthet, M. (2022). Design of Emotion-Driven Game Interaction Using Biosignals. In: Fang, X. (eds) *HCI in Games. HCII 2022. Lecture Notes in Computer Science*, vol 13334. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05637-6_10.
33. Maclean A., Ogborn D. Immersive dreams: A shared vr experience. (2020) *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, pp. 380-381.
34. R. Vargas, S. Fallas and V. Solis, "Inclusive Games: 3 in Braille," *2023 IEEE Central America and Panama Student Conference (CONESCAPAN)*, Guatemala, Guatemala, 2023, pp. 191-197, doi: 10.1109/CONESCAPAN60431.2023.10328421.
35. Crespo-Martinez E, Bueno S, Gallego MD. A Video Game for Entrepreneurship Learning in Ecuador: Development Study. *JMIR Formative Research*, 2023; vol. 7: e49263. doi: 10.2196/49263.
36. A. Sorrentino, L. Fiorini, C. L. Viola and F. Cavallo, "Design and development of a social assistive robot for music and game activities: a case study in a residential facility for disabled people," *2022 44th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC)*, Glasgow, Scotland, United Kingdom, 2022, pp. 2860-2863, doi: 10.1109/EMBC48229.2022.9871513.
37. Wiederhold, B.K., Wiederhold, M.D. Evaluation of virtual reality therapy in augmenting the physical and cognitive rehabilitation of war veterans. (2006) *International Journal on Disability and Human Development*, 5 (3), pp. 211-216. DOI: 10.1515/IJDHD.2006.5.3.211.
38. Tsaramiris G, Papoutsidakis M, Derbali M, Khan FQ, Michailidis F. Towards Smart Gaming Olfactory Displays. *Sensors*. 2020; 20(4):1002. <https://doi.org/10.3390/s20041002>.
39. G. R. Marcos, "An investigation on the automatic generation of music and its application into video games," *2019 8th International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction Workshops and Demos (ACIIW)*, Cambridge, UK, 2019, pp. 21-25, doi: 10.1109/ACIIW.2019.8925275.
40. McAuliffe K., Tovar-Henao F., Helmuth M., Mu Y., Jacobson C., Ma H. Cincinnati Center for Computer Music 2024. (2024) *International Computer Music Conference Icmc Proceedings*, 2024-July, pp. 174-177.
41. Marvin C. All under heaven - Megaspaces in Beijing. (2008) *Owning the Olympics Narratives of the New China*, pp. 229-259.
42. Chew E., François A., Liu J., Yang A. Esp: A driving interface for expression synthesis. (2005) *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, pp. 224-227.
43. Blaine T., Forlines C. Jam-o-world: Evolution of the jam-o-drum multi-player musical controller into the jam-o-whirl gaming interface. (2002) *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, pp. NIME02-NIME02-06.
44. Parejo, J.L., de la Cortón-Heras, M.O., Giraldez-Hayes, A. (2021). La dinamización musical del patio escolar: resultados de un proyecto de aprendizaje-servicio. *Revista Electrónica Complutense de Investigación en Educación Musical - RECIEM*, 18, 167-194. <https://doi.org/10.5209/reciem.69734>.
45. Beck S.D., Patrick J., Willkie B., Malveaux K. The immersive computer-controlled audio sound theater: Experiments in multi-mode sound diffusion systems for electroacoustic music performance. (2006) *International Computer Music Conference Icmc* 2006, pp. 649-655.
46. Green M.S. Self-Expression. (2008) *Self Expression*, 240 p. doi: 10.1093/acprof:oso/9780199283781.001.0001
47. Masquelier A. Teatime: Boredom and the temporalities of young men in Niger. (2013) *Africa*, 83 (3), pp. 470-491. DOI: 10.1017/S0001972013000272.
48. Friberg J., Gärdenfors D. Audio games: New perspectives on game audio. (2004) *ACM International Conference Proceeding Series*, 74, pp. 148-154.
49. C. M. Kanode and H. M. Haddad, "Software Engineering Challenges in Game Development," *2009 Sixth International Conference on Information Technology: New Generations*, Las Vegas, NV, USA, 2009, pp. 260-265, doi: 10.1109/ITNG.2009.74.

50. Gélinas-Phaneuf, N., Choudhury, N., Al-Habib, A.R. et al. Assessing performance in brain tumor resection using a novel virtual reality simulator. *Int J CARS* 9, 1–9 (2014). <https://doi.org/10.1007/s11548-013-0905-8>.
51. Swinnen, N., Vandenbulcke, M., de Bruin, E.D. et al. The efficacy of exergaming in people with major neurocognitive disorder residing in long-term care facilities: a pilot randomized controlled trial. *Alz Res Therapy* 13, 70 (2021). <https://doi.org/10.1186/s13195-021-00806-7>.
52. Adams J. C., Webster A.R. What do students learn about programming from game, music video, and storytelling projects? (2012) SIGCSE 12 Proceedings of the 43rd ACM Technical Symposium on Computer Science Education, pp. 643-648.
53. Kahn K., Winters N. Constructionism and AI: A history and possible futures. (2021) *British Journal of Educational Technology*, 52 (3), pp. 1130-1142.
54. Fulkerson J.A., Loth K., Bruening M., Berge J., Eisenberg M.E., Neumark-Sztainer D. Time 2 tlk 2nite: Use of electronic media by adolescents during family meals and associations with demographic characteristics, family characteristics, and foods served. (2014) *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 114 (7), pp. 1053-1058.
55. Gorely, T., Biddle, S. J. H., Marshall, S. J., & Cameron, N. (2009). The prevalence of leisure time sedentary behaviour and physical activity in adolescent boys: An ecological momentary assessment approach. *International Journal of Pediatric Obesity*, 4(4), 289–298. <https://doi.org/10.3109/17477160902811181>.
56. Barrett E., Burke M., Whelan S., Santorelli A., Oliveira B.L., Cavallo F., Dröes R.-M., Hopper L., Fawcett-Henesy A., Meiland F.J.M., Mountain G., Moyle W. Evaluation of a companion robot for individuals with dementia: Quantitative findings of the MARIO project in an Irish residential care setting. (2019) *Journal of Gerontological Nursing*, 47 (7), pp. 36-45. DOI: 10.3928/00989134-20190531-01.

Received (Надійшла) 17.06.2025

Accepted for publication (Прийнята до друку) 27.08.2025

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ / ABOUT THE AUTHORS

Фесенко Тетяна Григорівна – доктор технічних наук, професор, професор кафедри електронних обчислювальних машин, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна;

Tetiana Fesenko – Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of Electronic Computers, Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine;

e-mail: tetiana.fesenko@nure.ua; ORCID Author ID: <http://orcid.org/0000-0001-9636-9598>;

Scopus Author ID: <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57163379800>.

Сергєв Данило Володимирович – студент кафедри електронних обчислювальних машин, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна;

Danylo Serheiev – student, Department of Electronic Computers, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine;

e-mail: danylo.serheiev@nure.ua; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0009-0008-7897-7600>.

Долгополов Олексій Максимович – студент кафедри електронних обчислювальних машин, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна;

Oleksii Dolhopolov – student, Department of Electronic Computers, Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine;

e-mail: oleksii.dolhopolov@nure.ua; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0009-0004-7911-7291>.

Сергородцев Ілля Дмитрович – студент кафедри електронних обчислювальних машин, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна;

Illia Serhorodtsev – student, Department of Electronic Computers, Kharkiv National University of Radio Electronics, Kharkiv, Ukraine;

e-mail: illia.serhorodtsev@nure.ua; ORCID Author ID: <http://orcid.org/0009-0002-3146-1195>.

Жук Максим Володимирович – студент кафедри електронних обчислювальних машин, Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, Україна;

Maksym Zhuk – student, Department of Electronic Computers, Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine;

e-mail: maksym.zhuk@nure.ua; ORCID Author ID: <https://orcid.org/0009-0009-2720-5771>.

Information technologies for creating music and game projects: bibliometric analysis

Tetiana Fesenko, Danylo Serheiev, Oleksii Dolhopolov, Illia Serhorodtsev, Maksym Zhuk

Abstract. Relevance. The development of information technology (IT) is contributing to the emergence of new forms of creative interaction, in particular in the field of music and gaming projects that combine music, game mechanics, and digital technologies. The integration of IT into such products creates innovative opportunities for learning, rehabilitation, and entertainment, which makes it necessary to systematize knowledge in this area. **Object of research:** scientific publications on the use of information technology for the implementation of music and gaming projects. **Purpose of the article.** to identify publications that form knowledge about modern IT for creating music and game projects. **Research results.** The article conducts a bibliometric analysis of 414 documents from the Scopus database using the query “music AND game AND projects” (1995-2025). The article identifies 24 subject areas grouped into six branches of knowledge. It was found that the majority of publications belong to computer science. The keywords are analyzed and structured into four semantic clusters: music game development technologies, educational multimedia platforms, psychological and therapeutic aspects, and socio-economic effects. The insufficient representation of areas related to robotics, multisensory systems, and music therapy in the game environment has been revealed. **Conclusions.** The obtained results allow us to expand our understanding of the scientific structure of the topic of music and game projects and identify areas for further research, in particular in the educational and rehabilitation field and in the development of interactive IT products. Scope of application of the results: educational, cultural, rehabilitation and creative digital platforms based on music and game interactions.

Keywords: music and game projects; information technology (IT); bibliometric analysis; bibliometric data; bibliometric map; keyword clustering.