

**Міністерство освіти і науки України
Одеський національний технологічний університет
Вінницький національний технічний університет
Інститут комп'ютерної інженерії, автоматизації,
робототехніки та програмування ім.П.Н.Платонова**



МАТЕРІАЛИ

**V ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ
НАУКОВО – ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
МОЛОДИХ ВЧЕНИХ, АСПІРАНТІВ
ТА СТУДЕНТІВ**

**«КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ І МУЛЬТИМЕДІА
ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ ПІДХІД
ДО КОМУНІКАЦІЇ - 2025»**

**25-26 вересня 2025 р.
ОДЕСА**

≡ **ПРЕЗИДІЯ ТА ОРГКОМІТЕТ КОНФЕРЕНЦІЇ** ≡

ПРЕЗИДІЯ

Лариса Іванченкова	Ректор Одеського національного технологічного університету, д.е.н., професор
Богдан Єгоров	Радник ректора, академік НААН України, д.т.н., професор
Ольга Ольшевська	Проректор з наукової роботи та міжнародних зв'язків ОНТУ, к.т.н., доцент
Тетяна Ревенюк	В.о. директора навчально-наукового інституту Комп'ютерної інженерії, автоматизації, робототехніки та програмування ОНТУ, к.т.н., доцент

ГОЛОВА ОРГКОМІТЕТУ

Сергій Котлик	к.т.н., доц., каф. Інформаційних технологій та кібербезпеки, ОНТУ
----------------------	---

ЗАСТУПНИК ГОЛОВИ ОРГКОМІТЕТУ

Сергій Шестоपालов	к.т.н., доц., каф. Комп'ютерної інженерії, ОНТУ
--------------------------	---

ЧЛЕНИ ОРГКОМІТЕТУ

Annakaisa Kultima	University Lecturer, Department of Art and Media, Aalto University (Helsinki, Finland)
Jeanette Falk	Assistant Professor, Department of Computer Science, The Technical Faculty of IT and Design, Aalborg University in Copenhagen (Copenhagen, Denmark)
Johanna Pirker	Computer Science Professor (Games Engineering), Institute of Interactive Systems and Data Science at Graz University of Technology (Graz, Austria)
Lars Kristensen	Lecturer in media, aesthetics and storytelling, Höskolan i Skövde, (Skövde, Sweden)
Marcus Toftedahl	Project manager, Science Park Skövde (Skövde, Sweden)
Михайло Кисленко	Senior mobile developer, Ubisoft (Україна)
Олександр Романюк	зав. каф. Програмного забезпечення, ВНТУ (Україна)
Олександр Терьошин	Unity3d developer, Wear studio (Україна)
Олексій Ізвалов	регіональний координатор Global Game Jam в Східній Європі, к.т.н., доц. ЕТІ ім. Ельворті (Україна)
Павло Івасюк	Co-Founder компанії WhoAR (Україна)
Павло Ломовцев	зав. каф. Інформаційних технологій і кібербезпеки, ОНТУ (Україна)
Петро Горват	зав. каф. Комп'ютерних систем і мереж, ДВНЗ «Ужгородський національний університет» (Україна)
Сергій Артеменко	зав.каф. Комп'ютерної інженерії, ОНТУ (Україна)
Уляна Марікуца	зав. каф. Систем віртуальної реальності, Національний університет «Львівська політехніка» (Україна)

Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації - 2025 / Матеріали V Всеукраїнської науково-технічної конференції молодих вчених, аспірантів і студентів, Одеса, 25-26 вересня 2025 р. - Одеса, Видавництво ОНТУ, 2025 р. – 505 с.

Збірник включає матеріали доповідей учасників конференції, які об'єднані за тематичними напрямками конференції.

Збірник буде корисним як для фахівців і працівників фірм, зайнятих в області розробки та просування комп'ютерних ігор, так і для викладачів, магістрів і студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямками і спеціальностями програмного забезпечення, комп'ютерних наук, комп'ютерної інженерії, прикладної математики та обробки інформації, буде корисним професіоналам у сферах гейміфікації, кіберспорту, стрімінгу, віртуальної реальності, доповненої реальності, штучного інтелекту, машинного навчання, геймдизайну, саунддизайну.

Результати досліджень у збірнику представляють собою своєрідний зріз сучасного стану справ в перерахованих галузях знань, який може допомогти як фахівцям, так і студентам університетів скласти загальну картину розвитку комп'ютерних ігор та мультимедіа та пов'язаних з ними питань.

Наукові праці згруповані за напрямками роботи конференції та наведені в алфавітному порядку прізвищ авторів.

Матеріали (тези доповідей) друкуються в авторській редакції. Відповідальність за якість та зміст публікацій несе автор.

Матеріали подано українською та англійською мовами.
Редактор збірника Котлик С.В.

ПРОБЛЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦІЇ

- 1. Освіта та наука (гейміфікація в освітніх процесах, серйозні ігри, ігрові методики викладання та тренінгів)**
- 2. Медіапростір (кіберспорт, стрімінг, соціальні мережі і гейміфікація)**
- 3. Бізнес (бізнес-моделі, монетизація, маркетинг та реклама в геймдеві, азартні ігри)**
- 4. Технологічні інновації та сучасні ігрові механіки (геймдизайн, AR/VR, IoT і взаємодія з іграми, носимі пристрої та їх роль у геймінгу)**
- 5. Дизайн, арт та анімація (дизайн рівнів, саунддизайн, візуал та арт-складова ігор, анімація)**
- 6. Штучний інтелект і машинне навчання в ігрових системах (ігровий штучний інтелект, процедурна генерація контенту, адаптивна складність ігор, AI як ігровий наративний інструмент)**

СПИСОК організацій, представники яких брали участь у роботі конференції

Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants of Nationals of Ukraine
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University
Kharkiv national economic university named after semen kuznets
Kherson State University
Lviv Polytechnic National University IPMT
National University of «Kyiv-Mohyla Academy»
Smart Alpaca LLC (USA)
Відокремлений структурний підрозділ «Конотопський індустріально-педагогічний коледж Сумського державного університету»
Відокремлений структурний підрозділ «Одеський технічний фаховий коледж Одеського національного технологічного університету»
Військова академія, м.Одеса
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського
Вінницький національний технічний університет
Волинський національний університет імені Лесі Українки
ВСП «Фаховий коледж промислової автоматики та інформаційних технологій Одеського національного технологічного університету»
ВСП Конотопський індустріально-педагогічний фаховий коледж СумДУ
Державний біотехнологічний університет
Державний заклад «Південноукраїнський національний педагогічний університет імені К. Д. Ушинського»
Державний податковий університет
Державний університет «Київський авіаційний інститут»
Державний університет інтелектуальних технологій і зв'язку
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій
Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара
Донбаська державна машинобудівна академія
Донецький національний університет імені Василя Стуса
Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті
Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова
Житомирський державний університет імені І.Я.Франка
Запорізький національний університет
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу
Інститут надтвердих матеріалів ім. В.М. Бакуля НАН України
Інститут поліграфії та медійних технологій Національного університету «Львівська політехніка»
Інститут транспортних систем та технологій Національної академії наук України
Київський авіаційний інститут
Київський інститут Національної гвардії України
Київський інститут Національної гвардії України – центр імітаційного

моделювання
Київський національний економічний університет імені Вадима Гетьмана
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Київський національний університет технологій та дизайну
Комунальний заклад «Харківський ліцей № 164 Харківської міської ради»
Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей» Чугуївської міської ради Харківської області
Комунальний заклад «Ліцей №24» Кам'янської міської ради
Комунальний заклад «Одеський педагогічний фаховий коледж»
Кременчуцький льотний коледж Харківського національного університету внутрішніх справ
Криворізький національний університет
Луцький Національний технічний університет
Миколаївський національний аграрний університет
Міжнародний класичний університет імені Пилипа Орлика
Національна академія образотворчого мистецтва і архітектури
Національний аерокосмічний університет «Харківський авіаційний інститут»
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
Національний університет «Львівська політехніка»
Національний університет «Одеська політехніка»
Національний університет харчових технологій
Національного університету кораблебудування імені адмірала Макарова
Одеський національний медичний університет
Одеський національний морський університет
Одеський національний технологічний університет
Поліський Національний університет
Приватна наукова установа «Інститут миру і права»
Приватний вищий навчальний заклад «Європейський університет»
Приватний вищий навчальний заклад «Міжнародний економіко-гуманітарний університет імені академіка Степана Дем'янчука»
Сумський національний аграрний університет
Сумський державний університет
Українська державна льотна академія
Український державний університет імені Михайла Драгоманова
Харківська гуманітарно-педагогічна академія
Харківський національний автомобільно-дорожній університет
Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Харківський національний університет радіоелектроніки
Херсонський національний технічний університет
Хмельницький національний університет
Центральноукраїнський інститут розвитку людини Відкритого міжнародного університету розвитку людини «Україна»
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Чорноморський національний університет ім. Петра Могили

Зміст

Розділ 1. Освіта та наука (гейміфікація в освітніх процесах, серйозні ігри, ігрові методики викладання та тренінгів)	Стор.
SIMULATION GAMES FOR RISK ASSESSMENT AND STRATEGY DEVELOPMENT IN ENSURING ORGANIZATIONAL OPERATIONAL RESILIENCE (SCENARIO BUILDING OF FAILURES, CYBERATTACKS, AND TECHNICAL DISRUPTIONS TO TEST ORGANIZATIONAL READINESS). Brynza N.O. Mazepa A.S. (Kharkiv National University of Radio Electronics)	24
ІГРОВІ МЕХАНІКИ В БАЙЄСІВСЬКІЙ МОДЕЛІ ВІДСТЕЖЕННЯ ЗНАНЬ ДЛЯ АДАПТИВНОГО НАВЧАННЯ. Мельник К.В. (Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут")	25
GAMIFICATION OF ASSESSMENT: THE ROLE OF BADGES IN THE LEARNING PROCESS. Melnyk K.V. (National technical university "Kharkiv polytechnic institute")	28
ARTIFICIAL INTELLIGENCE, GAME THEORY, GAMIFICATION AND SERIOUS GAMES AS TOOLS FOR OPTIMIZING THE EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC PROCESS. Novikova1 H.V., Denysenko1 I.V., Kharchenko1 O.O. Novikov2 A.M. (1National University of "Kyiv-Mohyla Academy", 2Institute for Safety Problems of Nuclear Power Plants of Nationals of Ukraine)	31
NEURAL NETWORKS IN THE PREPARATION OF TEXT INFORMATION FOR PRINTING: PROSPECTS FOR USE IN THE PREPRESS STAGE. Selmenska Z.M., Sinyavsky Y.R. (Lviv Polytechnic National University IPMT)	34
INTERACTIVE TECHNOLOGIES FOR DISTANCE LEARNING. Selmenskyi R.A. (Lviv Polytechnic National University IPMT)	35
TASKS AND PROJECT MANAGEMENT FOR THE PURPOSE OF OPTIMIZING PROJECT MANAGEMENT PROCESSES. Skorin Yuri, Kondratiev Oleksandr. (Kharkiv national economic university named after semen kuznets)	37
ФІЛОСОФСЬКІ АСПЕКТИ ВІРТУАЛЬНОЇ РЕАЛЬНОСТІ: ОНТОЛОГІЧНИЙ, ЕПІСТЕМОЛОГІЧНИЙ ТА ФЕНОМЕНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ. С.Андрєєв, В.Андрєєва, Д.Гамбурян (Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей» Чугуївської міської ради Харківської області)	39
ГЕЙМІФІКАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ ВИХОВАННЯ В СУЧАСНІЙ УКРАЇНСЬКІЙ ОСВІТІ: ПЕРЕВАГИ ТА РИЗИКИ. С. Андрєєв, О. Сторожук К. Єлізєв (Комунальний заклад «Кам'яноярський ліцей» Чугуївської міської ради Харківської області)	41
ГЕЙМІФІКАЦІЯ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ: ЯК ІГРОВІ МЕХАНІКИ ПІДВИЩУЮТЬ МОТИВАЦІЮ СТУДЕНТІВ. Бабенко А.Ю. (Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна)	44
ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ГЕЙМІФІКАЦІЇ ПРИ СТВОРЕННІ МОБІЛЬНИХ СИСТЕМ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ. Бевз С.В. ¹ , Бурбело С.М. ¹ , Бабійчук І.С. ² (¹ Житомирський військовий інститут ім. С.П. Корольова, ² Вінницький національний технічний університет)	45
РОЗРОБКА КОМП'ЮТЕРНОЇ ГРИ З ІСТОРІЇ ІНЖЕНЕРІЇ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ. Брільов Є. Ю., Стрюк А. М. (Криворізький національний університет)	47
ГЕЙМІФІКАЦІЯ В МЕДИЧНІЙ ОСВІТІ – СУЧАСНИЙ ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ КЛІНІЧНИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ. Анненкова І.П., Бурячківський Е.С., Усиченко К.М. (Одеський національний медичний університет)	50
РОЗРОБКА ЗАСТОСУНКУ ДЛЯ АВТОМАТИЧНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕРСОНАЖІВ НАСТІЛЬНОЇ РОЛЬОВОЇ ГРИ ПІДЗЕМЕЛЛЯ ТА ДРАКОНИ (DND). Войдюк І.В. (Економіко-технологічний інститут імені Роберта Ельворті)	52
ГЕЙМІФІКАЦІЯ В ОСВІТНІХ ПРОЦЕСАХ НА ПРИКЛАДІ ЗАНЯТЬ З МАТЕМАТИКИ ТА ФІЗИКИ В СЕРЕДНІХ ТА ВИЩИХ НАВЧАЛЬНИХ ЗАКЛАДАХ. Войтік Т.Г. Копейкіна Т.Г. (Одеський національний морський університет, Військова академія)	54
ВПРОВАДЖЕННЯ ГЕЙМІФІКАЦІЇ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ В КРАЇНАХ	56

АВІАЦІЙНИХ МЕНЕДЖЕРІВ В УМОВАХ ДІЇ ВОЄННОГО СТАНУ. Мірошніченко І.С. (Українська державна льотна академія)	
ІНТЕРАКТИВНА ПРОГРАМНА СИСТЕМА ДЛЯ ВИВЧЕННЯ АСТРОНОМІЇ З ВИКОРИСТАННЯМ ГЕЙМІФІКАЦІЇ. Мочуляк Я.С., Тройніна А.С. (Національний університет «Одеська політехніка»)	95
ГЕЙМІФІКАЦІЯ ПРИ ВИВЧЕННІ ГЕОГРАФІЇ: СТВОРЕННЯ ГРИ «КАРТА УКРАЇНИ». Музичка Н.С., Дашко О.С. (Комунальний заклад «Ліцей №24» Кам'янської міської ради)	98
ЦИФРОВІЗАЦІЯ НАВЧАННЯ У ВІЙСЬКОВІЙ ОСВІТІ: ВПРОВАДЖЕННЯ OBSIDIAN ЯК ЗАСОБУ ОРГАНІЗАЦІЇ ЗНАНЬ. Нетребенко А.О. (Київський інститут Національної гвардії України)	100
ВПЛИВ СЮЖЕТУ НА ІНТЕРАКТИВНІСТЬ У ПРОЄКТУВАННІ ТА РЕАЛІЗАЦІЇ ІНТЕРАКТИВНОЇ СЮЖЕТНО-ОРІЄНТОВАНОЇ 3D-ГРИ. Новохацький О. Ю., Карпенко Н. В. (Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара)	103
ГЕЙМІФІКАЦІЯ УКРАЇНСЬКОЇ ІДЕНТИЧНОСТІ: ПІДВИЩЕННЯ ЗНАНЬ ПРО УКРАЇНСЬКУ МІФОЛОГІЮ ЧЕРЕЗ ІНТЕРАКТИВНІ МЕХАНІКИ ARPG. Оніщенко Т.В., Кольченко А.С. (Національний університет «Одеська політехніка»)	105
REINFORCEMENT LEARNING ЯК ІНСТРУМЕНТ СТВОРЕННЯ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ АГЕНТІВ У ВІДЕОІГРАХ. Островський В.В., Ковальчук М.О. (Поліський Національний університет)	108
ІНТЕРАКТИВНІ ПЛАТФОРМИ ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЧАННЯ ФІЗИЧНОЇ КУЛЬТУРИ. Пащенко А.С. (Харківська гуманітарно-педагогічна академія)	110
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ФІЗИЧНІЙ КУЛЬТУРІ. Пащенко А.С. (Харківська гуманітарно-педагогічна академія)	111
ВІРТУАЛЬНИЙ ПАЦІЄНТ ЯК ІНСТРУМЕНТ РОЗВИТКУ КЛІНІЧНОГО МИСЛЕННЯ. Петровський Ю.Ю., Усиченко К.М. (Одеський національний медичний університет)	113
ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN PRE-PRESS PREPARATION PROCESSES. Plakhtyna Z. I., Selmenska Z. M. (National University «Lviv Polytechnic» Lviv)	115
АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ГЕЙМІФІКОВАНОГО ПІДХОДУ ПЛАТФОРМИ CRYPTOZOMBIES У ФОРМУВАННІ НАВИЧОК ПРОГРАМУВАННЯ НА МОВІ SOLIDITY. Прочухан Д.В. (Харківський національний університет радіоелектроніки)	117
ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ЯК ЗАСОБУ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ПОЧАТКОВОЇ ОСВІТИ. Ребров О., Андрієвська В. (Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди)	119
АКТИВІЗАЦІЯ ПІЗНАВАЛЬНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ПРИ ВИКОРИСТАННІ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР. Рисована З.Г. ¹ , Рисований О.М. ² (¹ Комунальний заклад "Харківський ліцей № 164 Харківської міської ради", ² Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»)	121
АЛГОРИТМИ ХЕШУВАННЯ В ІГРОВИХ ДОДАТКАХ. Рисований О.М. (Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»)	122
ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР. Романюк О.Н. ¹ , Майданюк В.П. ¹ , Котлик С.В. ² (¹ Вінницький національний технічний університет, ² Одеський національний технологічний університет)	124
НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ ПРОЦЕСОРІВ AMD. Романюк О.Н., Маценко Б.М. (Вінницький національний технічний університет)	128
ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ДЛЯ НАВЧАННЯ. Романюк О.Н., Романюк О. В. Мельник А.В. (Вінницький національний технічний університет)	130
ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ ІГРОВИХ ПЕРСОНАЖІВ НА ОБЧИСЛЮВАЛЬНУ СКЛАДНІСТЬ ГРИ. Романюк О.Н., Сацюк І.А. (Вінницький національний технічний університет), Котлик С.В. (Одеський національний технологічний університет)	132
ВИКОРИСТАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ІГОР ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ПАМ'ЯТІ. Романюк О.Н. ¹ , Стахов О. Я. ¹ , Ковальова Ю. О. ² (¹ Вінницький національний технічний університет, ² Smart Alpaca LLC (США))	135

навчального процесу. У майбутньому роль ігор у навчанні, без сумніву, зростатиме, сприяючи створенню більш гнучкої, інтерактивної та персоналізованої освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Gee, J. P. *What Video Games Have to Teach Us About Learning and Literacy*. New York: Palgrave Macmillan, 2003.
- [2] Prensky, M. *Digital Game-Based Learning*. New York: McGraw-Hill, 2001.
- [3] Shute, V. J., & Ke, F. "Games, learning, and assessment." In *Assessment in Game-Based Learning*. Springer, 2012, pp. 43–58.
- [4] Papastergiou, M. "Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation." *Computers & Education*, vol. 52, no. 1, 2009, pp. 1–12.
- [5] Romero, M., Usart, M., & Ott, M. "Can serious games contribute to developing and sustaining 21st century skills?" *Games and Culture*, vol. 10, no. 2, 2015, pp. 148–177.
- [6] Wouters, P., et al. "A meta-analysis of the cognitive and motivational effects of serious games." *Journal of Educational Psychology*, vol. 105, no. 2, 2013, pp. 249–265.
- [7] О. Н. Романюк, М. Д. Захарчук, О. В. Мельник, О. В. Романюк і С. В. Котлик, «Аналіз гексогональних ігор», *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації: матеріали II Всеукр. наук.-техн. конф. молодих учених, аспірантів та студентів, Одеса, 29–30 вересня 2022 р.*, Одеса: Видавництво ОНТУ, 2022, с. 139–143.
- [8] О. В. Романюк і О. Н. Романюк, «Тестування ігор: типові помилки відеоігор», *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації: матеріали II Всеукр. наук.-техн. конф. молодих учених, аспірантів та студентів, Одеса, 29–30 вересня 2022 р.*, Одеса: Видавництво ОНТУ, 2022, с. 140–143.
- [9] Є. Г. Станіславенко, О. Н. Романюк, А. В. Денисюк, О. М. Рейда і С. В. Котлик, «Етапи розробки персонажів у відеоіграх», *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації: матеріали II Всеукр. наук.-техн. конф. молодих учених, аспірантів та студентів, Одеса, 29–30 вересня 2022 р.*, Одеса: Видавництво ОНТУ, 2022, с. 145–149.
- [10] О. Н. Романюк, О. В. Романюк, О. М. Ціхановська і С. В. Котлик, «Вимоги до розробки комп'ютерних ігор», *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації: матеріали I Всеукр. наук.-техн. конф. молодих учених, аспірантів та студентів, Одеса, 25–26 березня 2021 р.*, Одеса: Видавництво ОНАХТ, 2021, с. 73–77.
- [11] А. Б. Форостяний, О. Н. Романюк і О. М. Ціхановська, «Гейміфікація в маркетингу», *Комп'ютерні ігри та мультимедіа як інноваційний підхід до комунікації – 2024: матеріали IV Всеукр. наук.-техн. конф. молодих учених, аспірантів і студентів, Одеса, 26–27 вересня 2024 р.*, Одеса: Видавництво ОНТУ, 2024, с. 168–170.

УДК 004.95

ВПЛИВ КІЛЬКОСТІ ІГРОВИХ ПЕРСОНАЖІВ НА ОБЧИСЛЮВАЛЬНУ СКЛАДНІСТЬ ГРИ

РОМАНЮК О.Н., САЦЮК І.А. (rom8591@gmail.com, irynasatsiukk@gmail.com)

Вінницький національний технічний університет,

КОТЛИК С.В. Одеський національний технологічний університет

Розглянуто як навантаження від кількості персонажів впливає на ігровий процес та як розподіляється на центральний процесор, відеокарту та оперативну пам'ять. Наведено основні методи оптимізації, що використовуються в ігровій індустрії для забезпечення високої продуктивності.

Обчислювальна складність в іграх — це сукупність ресурсів, які необхідні для забезпечення стабільного ігрового процесу та його плавності. Зазвичай, вимірюється в кадрах за секунду. Це комплексна задача, що вимагає взаємодії апаратного забезпечення з програмним. Оптимізація обчислювальної складності є важливим завданням при розробці сучасних ігор, особливо з великою кількістю NPC (Non-Player Characters) (це **персонаж у грі, яким не керує гравець**, а натомість його поведінка запрограмована або контролюється **штучним інтелектом** чи сценаріями). [1].

Процесор відповідає за обробку всієї ігрової логіки, включно з поведінкою штучного інтелекту, фізичними симуляціями (зіткнення, руйнування), обробкою гравця та взаємодією між усіма об'єктами в ігровому світі. Кожен персонаж має свою унікальну модель поведінки, яка повинна безперервно виконуватися процесором. Складність ШІ зростає не лінійно, а часто експоненційно із збільшенням кількості NPC, оскільки кожен з них може взаємодіяти з іншими [2].

Відеокарта відповідає за візуалізацію. Її головна задача — рендерінг, (перетворення 3D-моделей ігрових об'єктів у 2D-зображення, що виводяться на екран. Графічний процесор обробляє геометрію (вершини, полігони), накладає текстури, застосовує шейдери (програми для обробки освітлення та матеріалів), а також обчислює складні візуальні ефекти, такі як динамічні тіні, реалістичні відображення та атмосферні ефекти. Згідно з рекомендаціями NVIDIA [3], оптимізація рендерингу великої кількості об'єктів досягається завдяки використанню технік, таких як instancing та відсікання невидимих об'єктів (occlusion culling).

Оперативна пам'ять є тимчасовим сховищем для даних, до яких потрібен швидкий доступ. Вона зберігає 3D-моделі персонажів, їх анімації, текстури високої роздільної здатності, звукові файли та інші ресурси. Зростання кількості персонажів впливає на об'єм пам'яті - що завантажується, що може стати критичним для систем з обмеженими ресурсами. Ефективне управління пам'яттю дозволяє уникнути надмірного використання swapfile, що критично для продуктивності [4].

Збільшення числа ігрових персонажів безпосередньо впливає на кожен із цих компонентів, що призводить до зростання обчислювальної складності, яку найчастіше вимірюють падінням фреймрейту (FPS). У великих стратегіях, таких як Total War: Warhammer III, розробники застосовують складні системи групування ШІ, щоб зменшити навантаження на процесор при великій кількості NPC [5].

Нові персонажі додають навантаження на процесор. Для кожного з них необхідно не лише обчислити траєкторію руху, а й симулювати поведінку. Наприклад, в іграх жанру actionRPG чи стратегіях у реальному часі, де одночасно на екрані присутні сотні чи навіть тисячі людей, кожен з яких повинен приймати рішення, навантаження на процесор стає надзвичайно високим. Обчислювальна складність для ШІ може зрости експоненційно, оскільки кожен персонаж може взаємодіяти з усіма іншими, перевіряючи, відстань, наявність перешкод, стан здоров'я і тд. Без оптимізації це призведе до «зависання» гри, що зробить ігровий процес неможливим. У сучасних рушіях, таких як Unreal Engine 5, для оптимізації ШІ використовують ієрархічні FSM (finite state machines), що дозволяє ефективно масштабувати поведінку великої кількості NPC [6].

Зі зростанням кількості персонажів, які знаходяться в полі зору гравця, навантаження на відеокарту значно збільшується.

Дроу-колли (від англ. *draw calls*) — це інструкції, які графічний процесор (GPU) отримує від центрального процесора (CPU), щоб відмалювати певний об'єкт або групу об'єктів на екрані. Кожен унікальний об'єкт (або його частина) вимагає окремого виклику. Зростання кількості персонажів на екрані призводить до різкого збільшення дроу-коллів, що є одним із найбільших вузьких місць у продуктивності.

Навіть найпотужніші відеокарти можуть знижувати продуктивність, якщо процесор не встигає надсилати достатню кількість цих викликів. У що оптимізація drawcalls є важливою для сучасних ігор [7].

Кожен персонаж має свою 3D-модель з певною кількістю полігонів і унікальні текстури. Їх велика кількість у кадрі означає, що графічному процесору доводиться обробляти мільйони, а то й мільярди полігонів, застосовуючи до них складні шейдери для створення реалістичних матеріалів. Це вимагає значних обчислювальних ресурсів і може швидко знизити фреймрейт. Саме тому у

великих сценах застосовують LOD (Level of Detail) — зменшення деталізації для далеких об'єктів [1, 7].

Кожен персонаж вимагає певного обсягу оперативної пам'яті для зберігання своїх ресурсів, які постійно знаходяться в швидкому доступі для центрального та графічного процесорів. Це включає 3D-моделі, анімаційні послідовності, текстури високої роздільної здатності, звукові файли і тд. Якщо в ігровій сцені одночасно присутні сотні персонажів, сукупний об'єм даних може перевищити доступну оперативну пам'ять, що призведе до використання повільного файлу підкачки на диску, викликаючи різке падіння продуктивності та тривале завантаження. У сучасних іграх, таких як Microsoft Flight Simulator, частину обробки NPC та ресурсів передають у хмару, що дозволяє зменшити локальні вимоги до пам'яті [8].

Для зменшення навантаження на центральний процесор застосовується рівень деталізації [9]. Це означає, що для персонажів, які знаходяться далеко від гравця, використовуються спрощені алгоритми поведінки, або вони взагалі переходять в сплячий режим, поки не наблизяться. Також використовується групування ШІ, коли поведінка групи персонажів обчислюється як єдине ціле.

Персонажі, що знаходяться далеко від камери, рендеряться з моделями, що мають меншу кількість полігонів і текстурами нижчої роздільної здатності. Це значно знижує навантаження на графічний процесор.

Техніка Instancing, дозволяє рендерити множини однакових об'єктів за допомогою одного дроу-колла, значно зменшуючи навантаження на графічний процесор і покращуючи продуктивність [3, 7].

Об'єкти, які не видно з поточного ракурсу камери (ті, що знаходяться за певним об'єктом), не рендеряться. Це дозволяє графічному процесору не витрачати ресурси на об'єкти, які гравець не бачить.

Ефективне управління пам'яттю передбачає зберігання кількох типів даних в одному блоці для зменшення витрат та асинхронне завантаження ресурсів. Це дозволяє завантажувати великі обсяги даних, не блокуючи основний потік виконання гри, що забезпечує плавний перехід між сценами [4].

Таким чином, вплив кількості ігрових персонажів на обчислювальну складність гри є комплексним, що охоплює центральний, графічний процесори та оперативну пам'ять. Успішна розробка сучасних ігор з великою кількістю персонажів залежить не лише від потужності апаратного забезпечення, але й від умінь розробників використовувати ефективні методи оптимізації. Ці методи дозволяють забезпечити високу продуктивність навіть у найскладніших ігрових сценаріях, що є запорукою успіху гри на сучасному ринку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] J. Gregory, *Game Engine Architecture*, 4th ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2021.
- [2] M. Buckland, *Programming Game AI by Example*. Burlington, MA, USA: Jones & Bartlett Learning, 2005.
- [3] NVIDIA, "Advanced Character Physics," *GPU Gems*, [Online]. Available: <https://developer.nvidia.com/gpugems/gpugems/part-vi-beyond-triangles/chapter-28-advanced-character-physics>
- [4] R. Nystrom, *Game Programming Patterns*. Genever Benning, 2014.
- [5] Creative Assembly, "Total War: Warhammer III – Technical Blog," 2022. [Online]. Available: <https://www.totalwar.com/blog/>
- [6] Epic Games, "AI Optimization," *Unreal Engine Documentation*, ver. 5.0, [Online]. Available: <https://docs.unrealengine.com/5.0/en-US/>
- [7] T. Akenine-Möller, E. Haines, and N. Hoffman, *Real-Time Rendering*, 4th ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2018.
- [8] Microsoft, "Microsoft Flight Simulator: Cloud AI and NPCs," [Online]. Available: <https://www.flightsimulator.com/>
- [9] S. Rabin, Ed., *Game AI Pro: Collected Wisdom of Game AI Professionals*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2015.

**V Всеукраїнська науково-технічна конференція
молодих вчених, аспірантів та студентів**

**«КОМП'ЮТЕРНІ ІГРИ ТА МУЛЬТИМЕДІА ЯК ІННОВАЦІЙНИЙ
ПІДХІД ДО КОМУНІКАЦІЇ»**

Одеса

25-26 вересня 2025 р.

Збірник включає доповіді учасників конференції. Тези доповідей публікуються у вигляді, в якому вони були подані авторами.

Відповідальність за зміст і форму подачі матеріалу несуть автори статей.

Редакційна колегія: Котлик С.В., Шестопапов С.В.,
Корнієнко Ю.К.

Комп'ютерний набір і верстка: Соколова О.П.

Відповідальний за випуск: Котлик С.В.