

Влияние искусственного интеллекта на трансформационный потенциал игровой индустрии для экономики и общества

Ти Йи Цинь

Студент бакалавриата, Факультет технологического менеджмента и бизнеса (Faculty of Technology Management and Business),
pyteeyiqin@gmail.com

Нор Хазана Абдулла

Директор, Центр лидерства и компетенций (Centre for Leadership and Competence), hazana@uthm.edu.my

Университет Тун Хуссейн Онн (Universiti Tun Hussein Onn Malaysia), Малайзия, 86400 Batu Pahat, Johor, Malaysia

Награ Мод Эмран

Эксперт, natrah@might.org.my

Малайзийская государственно-отраслевая группа по развитию высоких технологий (Malaysian Industry-Government Group for High Technology), Малайзия, 63000, Cyberjaya, Selangor, Malaysia

Аннотация

Производство компьютерных игр вышло за пределы индустрии развлечений, превратившись в высокотехнологичную, инновационную, высокоприбыльную область, оказывающую большое влияние на многие секторы. Она интегрирует технические и гуманитарные дисциплины — искусственный интеллект (ИИ), виртуальную реальность, поведенческую психологию, когнитивистику, дизайн, агентное моделирование, сценарное планирование и др. В статье исследуются перспективы расширения

этой области за счет применения более сложных технологий, включая алгоритмы ИИ. На основе методов Форсайта — сканирования горизонтов, анализа научно-технологических, политических, экономических и ценностных факторов — разработаны четыре сценария развития игровой индустрии в Малайзии на ближайшие 10 лет. Настоящее исследование вносит вклад в наполнение информационной базы для обоснования стратегий использования ИИ при разработке игр разного назначения.

Ключевые слова: игровая индустрия; искусственный интеллект; разработка игр; стратегии; геймификация; инновации в образовании; моделирование будущего; компьютерные игры; деловые симуляционные игры; обучающие игры

Цитирование: Qin T.Y., Abdullah N.H., Emran N.M. (2024) The AI-Driven Transformative Potential of the Gaming Industry for the Economy and Society. *Foresight and STI Governance*, 18(2), pp. 21–30. DOI: 10.17323/2500-2597.2024.2.21.30

The AI-Driven Transformative Potential of the Gaming Industry for the Economy and Society

Tee Yi Qin

Undergraduate Student, Faculty of Technology Management and Business, pyteeyiqin@gmail.com

Nor Hazana Abdullah

Director, Centre for Leadership and Competence, hazana@uthm.edu.my

Universiti Tun Hussein Onn Malaysia, 86400 Batu Pahat, Johor, Malaysia

Natrah Mohd Emran

Expert, natrah@might.org.my

Malaysian Industry-Government Group for High Technology, 63000, Cyberjaya, Selangor, Malaysia

Abstract

Computer game production has long transcended the entertainment industry to become a complex, high-tech, innovative, highly profitable field with transformative potential for other sectors. It synthesizes technical and humanities disciplines such as artificial intelligence (AI), virtual reality, behavioral psychology, cognitive science, design, agent-based modeling, scenario planning, Foresight, complex systems science, and others. This paper explores the prospects of expanding this interdisciplinary field through the application of

more sophisticated technologies, including AI algorithms. Foresight methodology was used, including such tools as horizon scanning, analysis of scientific, technological, political, economic, and value factors, the assessment of effects and uncertainty, as well as expert surveys. The collected dataset formed the basis for four scenarios for the industry in Malaysia over the next ten years. This study contributes to informing policy rationale for the use of AI for game development for various purposes, including strategic planning practices.

Keywords: gaming industry; artificial intelligence; game development; strategies; gamification; innovations in education; future modeling; computer games; business simulation games; educational games

Citation: Qin T.Y., Abdullah N.H., Emran N.M. (2024) The AI-Driven Transformative Potential of the Gaming Industry for the Economy and Society. *Foresight and STI Governance*, 18(2), pp. 21–30. DOI: 10.17323/2500-2597.2024.2.21.30

Несмотря на формальную принадлежность к индустрии развлечений, отрасль компьютерных игр в процессе продолжающейся глубокой трансформации вышла на новый уровень. Сегодня она представляет собой высокотехнологичный и сверхприбыльный сектор, вносящий вклад в решение широкого спектра серьезных задач. Исходящие отсюда идеи и разработки продолжают преобразовывать многие сферы экономики и общественной жизни (так, здесь зародились модели метавселенной и виртуальных валют). Сохраняется большой потенциал развития посредством интеграции новых технических и гуманитарных направлений, таких как виртуальная реальность, поведенческая психология, когнитивистика, дизайн, агентное моделирование, сценарное планирование. Особенно значимые трансформации, как и во многих других секторах, связаны с дальнейшим развитием искусственного интеллекта (ИИ), усложняющиеся алгоритмы которого открывают широкий спектр новых возможностей.

К лидерам в описываемом процессе можно отнести США, Китай, Великобританию, Японию и некоторые другие страны Европы и Азии. Так, Нидерланды лидируют в разработке серьезных развивающих игр, связанных с управлением системами от локального до глобального уровней, в таких сферах, как водные ресурсы (den Naan et al., 2020), инфраструктура, транспорт (Duffhues et al., 2014), энергетика (Hettinga et al., 2020) и сельское хозяйство.¹ В Японии геймификация стала неотъемлемой частью ежегодных общенациональных учений по подготовке к быстрому реагированию на стихийные бедствия².

Ожидается, что к концу 2024 г. глобальный объем рынка игровой индустрии достигнет 282.3 млрд долл., причем наибольший доход придется на долю Китая (94.49 млрд долл.). К 2027 г. ее суммарные обороты увеличатся до 363.2 млрд долл. (ежегодный прирост на 8.76%), а общее число пользователей составит 1.472 млрд чел.³

Подобная динамика стимулирует развитие смежных направлений, в частности киберспорта. В 2023 г. размеры мирового рынка в этой области оценивались в 1.72 млрд долл. Прогнозируется, что в текущем году его объем приблизится к 2.06 млрд долл., а к 2032 г. — вырастет до 9.29 млрд долл. (среднегодовой темп роста в течение 2024–2032 гг. составит 20.7%)⁴. На рост рынка влияют такие тренды, как повышение частоты прямых трансляций турниров, увеличение интереса зрителей, наращивание инвестиций в инфраструктуру. Университеты рассматривают киберспорт как инструмент для развития у студентов определенных профессиональных навыков, предлагая специальные образовательные программы.⁵ Синтез виртуальной и

физической реальности с ИИ в компьютерных играх с каждым годом расширяет возможности обогащения игрового опыта (Tang et al., 2020). Перенос игр на мобильные платформы сделал их доступными и удобными для большего числа пользователей.

Усиливается роль серьезных игр, направленных на развитие профессиональных компетенций в образовании, здравоохранении, управлении. Результативность образовательных игр (для приобретения новых навыков и поведенческих паттернов) повышается за счет динамической реакции алгоритмов ИИ на действия пользователя, которая выражается в поведении умных персонажей, адаптирующихся к стилю обучения игрока и его мышлению (Tang et al., 2020; Fairclough et al., 2002; Shi et al., 2023; Waltham, Moodley, 2016). Продвинутой аналитикой на базе ИИ повышает качество оценки учебного процесса. С расширением применения ИИ в разработке разных типов игр связываются перспективы развития расширенных навыков и компетенций во многих дисциплинах. Учитывая их реальные и потенциальные эффекты, необходимы глубокий анализ основ ИИ, понимание процессов разработки соответствующих систем, оценка этических аспектов их использования.

В целом вопросам разработки игр как таковых и сферам их применения посвящен обширный массив литературы. Проведенное нами сканирование международных научных баз данных выявило свыше 3800 профильных публикаций за последние 10 лет. Однако вопросам использования ИИ в этом процессе посвящено лишь считанное число работ.

Наша статья вносит вклад в восполнение соответствующего пробела. Рассматриваются основные направления использования ИИ в игровой индустрии применительно к контексту Малайзии, разработаны четыре альтернативных сценария развития до 2032 г.

Обзор литературы

Производство компьютерных игр началось в 1950-х гг. и со временем превратилось в самый прибыльный сегмент глобальной индустрии развлечений. Связь ИИ с играми прослеживается с момента появления первой программы для игры в шахматы. Стремление создать ИИ, способный выигрывать стратегические игры у игроков высокого класса, стимулировало развитие соответствующих исследований, что, в свою очередь, привело к значительному прогрессу в дизайне игр. Технологии ИИ произвели революцию в различных аспектах создания игр — от генерации интеллектуальных персонажей и контекстно зависимого контента до адаптивной игровой механики и сложной аналитики. Игровые компании видят преимущества ИИ, в том числе, с точки зрения возможностей совершенствования игрового опыта и экономии затрат. Сферы его прило-

¹ <https://agriculture.newholland.com/en-gb/europe/new-holland-world/farming-simulator>, дата обращения 06.05.2024.

² <https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/learning-from-disaster-simulation-drills-japan-report.pdf>, дата обращения 09.04.2024.

³ <https://www.statista.com/outlook/dmo/digital-media/video-games/worldwide>, дата обращения 12.03.2024.

⁴ <https://www.fortunebusinessinsights.com/esports-market-106820>, дата обращения 07.03.2024.

⁵ Например, Сиракузский университет (Syracuse University, США) в 2023 г. анонсировал новый курс, посвященный киберспорту.

жения охватывают, например, улучшение визуальных эффектов, повышение их реалистичности, динамическое создание контента, балансировку сложности игрового процесса и генерацию интеллектуальных персонажей. Использование ИИ в игровом дизайне упрощает процесс разработки, повышает качество анимации, эффективность дизайна уровней и создания контента, обеспечивает более иммерсивный и динамичный игровой опыт. Системы на основе ИИ могут адаптироваться к поведению конкретных пользователей, предлагать персонализированные задачи и усиливать вовлеченность. Появление виртуальной и дополненной реальности, других иммерсивных технологий, их адаптация к мобильным платформам радикально преобразуют это направление, открывая широкие возможности как для разработчиков, так и для потребителей.⁶ Расширилась сама роль игр, вышедшая далеко за рамки развлекательного назначения, — они выполняют различные сложные задачи, проникая в сферу образования, бизнес, управление, медицину, энергетику и т. п.

В исследовании (Bharathi et al., 2024) изучены возможности улучшения образовательных программ в новом контексте с опорой на ИИ. Значительное внимание в этом плане уделяется деловым имитационным играм, которые признаются все большим числом экспертов как эффективный практико-ориентированный инструмент интерактивного образования. Они все чаще используются университетами и компаниями для принятия решений и разработки стратегий. Определенный вклад в их совершенствование наряду с ИИ вносят адаптация к мобильным платформам и облачные вычисления. Формируется привлекательная мотивирующая атмосфера, усиливающая когнитивные процессы и повышающая качество усвоения информации за счет эффекта полного погружения. Игровое обучение создает возможности для отработки концепций проектного управления в смоделированной, безопасной среде, способствуя активной вовлеченности, развивая критическое мышление, навыки решения проблем, сотрудничества и творчества (Jahan Tumpra et al., 2024).

Игровой подход получает распространение в STEM-образовании (Gao et al., 2020). Новые исследования раскрывают плюсы и минусы интеграции игр в конкретные дисциплинарные контексты, способствуя растущему пониманию их потенциала для образовательной сферы.

Связь игр с когнитивистикой и стратегическим мышлением

Влияние разнообразных жанров игр на когнитивные функции мозга, их вклад в формирование сложных компетенций и улучшение стратегического мышления стали предметом многочисленных исследований (Ghasemi et al., 2024). Различия в когнитивных способностях обуславливают индивидуальную специфику в функциях рабочей памяти, зрительном восприятии и скорости реакции. В результате расширяется многообразие поведенческих моделей, определяющих отношение к риску,

неопределенности, неоднозначным, сложным и запутанным ситуациям (Frederick, 2005). Новые разработки позволяют создавать все более продвинутые игры, ориентированные на повышение производительности стратегического планирования в бизнесе, военной сфере, медицине, экологии и др. (Bellotti et al., 2014).

Раскрыть природу стратегического мышления и обозначить действенные инструменты для его развития помогает синтез таких предметных областей, как теория игр, когнитивная психология и системное мышление. Исходя из различий в когнитивных функциях и многообразия поведенческих паттернов, перед разработчиками стоит сложная задача — с применением ИИ создать игровые алгоритмы, подстраивающиеся под специфику конкретного пользователя.

В деловых симуляционных играх создается экспериментальная реальность, где можно планировать проекты, реализовывать их в дорожных картах и испытывать последствия ошибок, нарабатывая ценный опыт (Dantas et al., 2004). Привлекательная, иммерсивная игровая атмосфера способствует закреплению в памяти предпринятых правильных или ошибочных шагов (Sanzana et al., 2024). Развиваются ключевые предпринимательские навыки — коммуникации, решения проблем, управления ресурсами и др. (Shabbir, Pallares-Venegas, 2024).

Недавние исследования свидетельствуют об интеграции серьезных игр в программу развития «мягких навыков». С их помощью сотрудников обучают разноплановой коммуникации (Sutil-Martín, Otamendi, 2021). В ряде университетов созданы геймифицированные виртуальные лаборатории биологии и химии, позволяющие студентам практиковать опасные эксперименты без риска (Sanzana et al., 2024). Обучающие игры значительно улучшают навыки оперативного решения проблем за счет заблаговременного выявления угроз и принятия превентивных действий (Solinska-Nowak et al., 2018). Исходя из понимания того, что игры должны отражать сложную реальную среду с эмерджентным поведением, разработаны симуляции по землепользованию (Bishop et al., 2009), энергетической политике (Dolin, Susskind, 1992) и управлению водными ресурсами и климатическими изменениями (Vervoort et al., 2022; Zhou, Mayer, 2017).

В деловых играх синтезируется моделирование системной динамики и поведение агентов (Alessi, Kopainsky, 2015; Le Page et al., 2012; Smajgl et al., 2015), отображаются динамические взаимодействия между элементами сложных систем, что позволяет предвосхитить эффекты обратных связей и выработать превентивные меры (Alessi, Kopainsky, 2015). Сложился особый жанр игр для упреждающего управления (*anticipatory games*), ориентированный на формирование предпочтительного будущего в рамках сценарного планирования (Vervoort, Gupta, 2018). Они открывают уникальные возможности для создания и экспериментирования с новыми системами управления, включая создание правил и институтов, распределение ролей в динамичных

⁶ <https://techcrunch.com/2015/10/31/the-history-of-gaming-an-evolving-community/>, дата обращения 17.04.2024.

контекстах (Vervoort et al., 2022). Например, существуют адаптации популярных игр Sim City и Minecraft, позволяющие воспроизводить в цифровой среде сценарии развития для городов будущего⁷. Различные эвристики теории игр используются в качестве объектов политических дискуссий (Bekius et al., 2018).

Сложности в разработке компьютерных игр и вклад ИИ в их преодоление

Создание компьютерных игр требует широкого спектра навыков из разных дисциплин, в частности сочетания технологических и художественных способностей (Hodgson, Briand, 2013). По мере роста игровых компаний увеличивается потребность в эффективных методах управления высокотехнологичными разработками (Kanode, Haddad, 2009). При создании сложного программного обеспечения часто возникают проблемы, связанные с нарушением запланированных сроков реализации проектов, прежде всего ввиду изначальной недооценки предполагаемых временных затрат (в 65% случаев) (Petrillo et al., 2008). В профессиональной среде широко обсуждаются практики постоянных авралов при разработке игр и другого программного обеспечения, анализируются их причины (Dyer-Withford, De Peuter, 2006; Peticca-Harris et al., 2015). На успешную реализацию проектов также влияет качество коммуникаций между членами междисциплинарной команды, обеспечение которых представляет особый вызов. Для разработки сложных образовательных игр в большинстве случаев необходимо подобрать соответствующие инструменты, документацию и алгоритмы для ИИ, создания анимаций, рендеринга и аналитики обучения (Tamla et al., 2019).

В психологии существуют мобильные приложения с биологической обратной связью и серьезные игры для помощи молодым людям в эффективном управлении тревогой и страхами, в которых ИИ служит для анализа пользовательских данных, предоставления персонализированной обратной связи и рекомендаций (Almeqbaali et al., 2022). ИИ может распознавать эмоции, уровень стресса и подстраивать под них игру, снижая у пользователя психологическую напряженность⁸. Кроме того, благодаря автоматической корректировке уровня сложности в соответствии с индивидуальной подготовленностью сохраняется интерес к игре, при этом она не воспринимается чрезмерно трудной.⁹

Критическое значение имеют «двигатели», обеспечивающие поддержку различных игровых атрибутов. Например, игры выполняют функцию «тренера-ассистента» для людей, проходящих медицинскую реабилитацию. Они создаются с учетом индивидуальных потребностей пациентов, формируют мотивационную среду для достижения требуемых результатов (Ambros-

Табл. 1. Структура анкеты

Раздел	Содержание
А	Демографические данные респондентов
В	Эффект факторов использования ИИ
С	Неопределенность факторов применения ИИ

Источник: составлено авторами.

Antemate et al., 2021). В подобных играх расширение адаптивности алгоритмов может радикально повлиять на результаты восстановления. Поэтому стоит сложная задача — обеспечить их автоматическую коррекцию и удобный интерфейс ручной настройки (Smeddinck, 2020). Для этого разработаны подходы динамической регуляции сложности (Dynamic Difficulty Adjustment, DDA), например, AlphaDDA, делающие игровой процесс гармоничным и привлекательным (Xue et al., 2017).

Методология исследования

Для решения поставленной задачи расширения базы эмпирических данных об использовании ИИ в разработке игр выполнялось поисковое исследование с применением методов Форсайта, включая сканирование горизонтов, анализ STEEPV и разработку сценариев на перспективу ближайших 5–10 лет. Метод STEEPV применялся для анализа существующих и потенциальных проблем и тенденций, способных повлиять на экономику и общество в целом. Учитывались шесть групп факторов: социальные, технологические, экономические, экологические, политические и ценностные. Таким образом, была составлена анкета, распространенная среди целевой выборки разработчиков игр. Ее структура отражена в табл. 1.

По состоянию на первое полугодие 2023 г. в Малайзии насчитывалось 86 стартапов – производителей игр¹⁰. Поскольку точные данные о численности занятых в каждой компании были недоступны, мы исходили из обобщенного условного порога — не менее пяти специалистов. С учетом этого исходная генеральная совокупность охватила 430 человек. После ее фильтрации в соответствии с методом, описанным в работе (Krejcie, Morgan, 1970), размер выборки сократился до 205 респондентов. Были заполнены 33 анкеты (доля откликнувшихся — 16.1%), которые анализировались с помощью Microsoft Excel.

Вторичные данные извлекались из периодических изданий, онлайн-публикаций и диссертаций, относящихся к теме исследования, их круг не ограничивался малайзийскими. Собранные неструктурированные сведения отфильтровывались для извлечения значимой информации.

⁷ <http://www.edudemic.com/minecraftedu-and-simcityedu-blazing-trails-for-interdisciplinary-learning/>, дата обращения 02.05.2024.

⁸ <https://safeinourworld.org/news/how-ai-and-biofeedback-are-helping-players-manage-stress-and-anxiety/#:~:text=By%20tracking%20the%20player's%20heart,symptoms%20of%20stress%20and%20anxiety>, дата обращения 19.01.2024.

⁹ <https://www.gdgtme.com/features/ai-in-gaming-taking-video-games-to-the-next-level/>, дата обращения 18.02.2024.

¹⁰ https://tracxn.com/d/explore/gaming-startups-in-malaysia/_lrKvnVOpLT8CmWXvflx5SHuJ4pbuDM-c7kHiPJ7NqMM/companies, дата обращения 09.03.2024.

Рис. 1. Матрица эффекта-неопределенности



Результаты

Аккумулятивный массив информации стал основой для оценки эффекта и неопределенности, а также построения сценариев. В ходе последующего анализа обнаружили два базовых фактора, обуславливающие максимальный эффект и наибольшую неопределенность при использовании ИИ. Матрица эффекта-неопределенности, представленная на рис. 1, служила в качестве «каркаса» для разработки четырех альтернативных сценариев использования ИИ в игровой индустрии на период ближайших 5–10 лет. Для их содержательного наполнения использовались результаты анализа STEERV, выявившего восемь ключевых факторов, отраженных в табл. 2. Собранные данные призваны обогатить доказательную базу для выработки целостного и обоснованного подхода к научной и инновационной политике в отношении игровой индустрии.

Характеристика выборки респондентов представлена в табл. 3, а средние значения оценки ответов на вопросы — в табл. 4. По мнению опрошенных, максимальный эффект производят факторы, связанные с правами интеллектуальной собственности на ИИ-контент, а наибольшая неопределенность обусловлена техническими проблемами алгоритмов ИИ. Следовательно, правила в отношении интеллектуальной собственности требуют дальнейшего анализа и совершенствования для защиты прав разработчиков. Важность этого аспекта для игровой индустрии отмечена в ряде источников. Выявлены ключевые юридические проблемы, в частности, необходимость защиты от клонирования игр.¹¹ Тот факт, что для малайзийских инженеров максимальный уровень неопределенности связан с техническими проблемами алгоритмов ИИ, отражает их текущий уровень знаний в данной области.

На рис. 2 красным кругом выделены факторы, ответственные за максимальные величины эффекта и неопределенности и обозначенные кодами D5 («Игровой процесс и погружение») и D6 («Технические проблемы алгоритмов ИИ»). Они стали основой для сценарного анализа.

¹¹ <https://www.qualityoracle.com/intellectual-property-rights-in-the-gaming-industry/#:~:text=Under%20IP%20protection%2C%20developers%20will,and%20sale%20of%20said%20games,> дата обращения 18.04.2024.

Табл. 2. Основные вызовы, связанные с использованием ИИ для разработки игр

1. Безопасность и конфиденциальность данных
<ul style="list-style-type: none"> • Неправомерное использование данных, несанкционированный доступ, утечки • Недостаточная прозрачность и ответственность • Скрытие информации • Проблемы в отношении конфиденциальности
2. Этические соображения и ответственность
<ul style="list-style-type: none"> • Ответственность за вредоносный контент или предвзятые алгоритмические результаты • Этические риски и способы их снижения • Право собственности на аффективные модели и их использование • Поощрение агрессивного поведения • Безопасность и благополучие участников • Доверие
3. Право интеллектуальной собственности на ИИ-контент
<ul style="list-style-type: none"> • Установление авторства и авторского права • Патентная защита и патентоспособность • Соблюдение прозрачности, обеспечение ответственности • Отсутствие универсальной системы прав собственности
4. Инновации в сфере игр на основе ИИ
<ul style="list-style-type: none"> • ИИ в обучающих играх • Интеграция ИИ в игры • Революционный игровой опыт • Сложность моделей ИИ • Контент, созданный ИИ • Переход к использованию нейронных сетей
5. Игровой процесс и погружение
<ul style="list-style-type: none"> • Тенденции к привыканию • Иммерсивная вовлеченность • Соблюдение правил игрового процесса • Созданный ИИ контент для повышения увлекательности и естественности игры • Автоматическая генерация уровней • Проблемы последовательного принятия решений
6. Технические проблемы алгоритмов ИИ
<ul style="list-style-type: none"> • Понимание работы алгоритмов ИИ • Ограниченный инструментарий • Технические ограничения • Неопределенность в отношении решений оппонента • Игры, основанные на принципе «черного ящика» • Недостаточная прозрачность и предсказуемость • Проблемы последовательного принятия решений
7. Конкурентные игровые инновации
<ul style="list-style-type: none"> • Конкурентная среда для игроков • Расширение базы игроков • Распознавание голоса с помощью ИИ, перспективы использования подключаемых модулей • Созданный ИИ контент для повышения увлекательности и естественности игры
8. Конкурентная среда игровой индустрии
<ul style="list-style-type: none"> • Усиление конкуренции среди разработчиков игр • Быстрое развитие онлайн-игр

Источник: составлено авторами.

Рис. 2. Анализ эффекта и неопределенности



Табл. 3. Характеристики выборки

Категория	Число респондентов	Доля (%)
Пол		
Мужчины	22	66.7
Женщины	11	33.3
Возраст (лет)		
18–24	10	30.3
25–34	11	33.3
35–44	9	27.3
45+	3	9.1
Место работы		
Компании – разработчики игр*	13	39.4
Университет**	2	6.1
Фриланс	10	30.3
Не указано	8	24.2
Рабочая функция		
Дизайнер игр	8	24.2
Программист игр	10	30.3
Продюсер	1	3.0
Художник / аниматор	9	27.3
Сценарист	2	6.1
Разработчик инструментов	3	9.1
Режим занятости		
Учащийся	7	21.2
Работник на полной ставке	14	42.4
Совместитель	6	18.2
Самозанятый	6	18.2
Опыт разработки игр		
Менее 1 года	5	15.2
1–3 года	14	42.4
4–6 лет	5	15.2
7–10 лет	5	15.2
10+ лет	4	12.0
Размер творческой команды		
Индивидуальный разработчик	12	36.4
Малая команда (2–10 человек)	11	33.3
Средняя команда (11–50 человек)	7	21.2
Крупная команда (51+ человек)	17	9.1
Приоритетная игровая платформа		
ПК	16	48.5
Консоль	2	6.1
Мобильные устройства	9	27.3
Виртуальная реальность	4	12.1
Дополненная реальность	2	6.1
Степень экспертизы в отношении использования ИИ в разработке игр		
Высокая	6	18.2
Средняя	19	57.6
Низкая	5	15.2
Отсутствие	3	9.1
Степень интеграции инструментов ИИ в текущие проекты		
Активная интеграция	8	24.2
Рассматривается возможность интеграции в ближайшее время	11	33.3
В настоящее время не практикуется	8	24.2
Планы по интеграции отсутствуют	6	18.2
* Gameka, Knowles, Double 11, Dandelion Studio, Quirk, AC, HY Building, KPM, Alchemy Creative, Manson Games, Kayangan, PlayStation, Illuminative (по одному представителю).		
** UOW Malaysia, Universiti Tunku Abdul Rahman (по одному представителю).		
Источник: составлено авторами.		

Табл. 4. Средние оценки факторов эффекта и неопределенности

Код	Фактор	Среднее значение	
		Эффект	Неопределенность
D1	Безопасность и конфиденциальность данных	3.879	3.636
D2	Этические соображения и ответственность	3.970	3.485
D3	Права интеллектуальной собственности на контент, разработанный с помощью ИИ	4.000	3.455
D4	Иновации в сфере игр на основе ИИ	3.970	3.727
D5	Игровой процесс и погружение	3.879	3.848
D6	Технические проблемы алгоритмов ИИ	3.970	3.970
D7	Конкурентные игровые инновации	3.606	3.545
D8	Конкурентная среда игровой индустрии	3.485	3.576

Источник: составлено авторами.

Сценарии будущего использования ИИ для разработки игр

Матрица сценариев опирается на два фактора, получивших максимальные оценки респондентов: «Технические проблемы алгоритмов ИИ» и «Игровой процесс и погружение» (рис. 3).

Сценарий 1 — «Динамическая игровая среда». Признан наиболее предпочтительным вариантом, поскольку сочетает низкий уровень технических проблем алгоритмов ИИ с высокой степенью погружения в игровой процесс и качественным игровым опытом. В данном сценарии ИИ используется большинством разработчиков игр для создания максимально динамичной игровой среды. Алгоритмы ИИ выведут игровую индустрию на новый уровень развития, расширятся возможности для вовлеченности пользователей. Использование ИИ открывает новую эпоху с беспрецедентным качеством игрового опыта¹². Усложнение поведения персонажей, создание процедурного контента и балансировка игры в совокупности формируют игровой мир, одновременно сложный и интересный для пользователей. Аналитика на основе ИИ позволяет разработчикам изучать поведение игроков для создания игр, автоматически адаптирующихся к разным игровым стилям и предпочтениям.

Сценарий 2 — «Длительный цикл разработки игр». Имеет как положительные, так и отрицательные аспекты. Плюс в том, что длительный цикл разработки может обеспечить создание отточенных, совершенных игр. Так, известная игра «The Last Guardian» разрабатывалась восемь лет. Столь затяжной процесс не имеет одной явной причины, скорее следует говорить о наличии ряда взаимосвязанных проблем. Среди факторов, замедлявших

¹² <https://ilogos.biz/the-role-of-ai-in-game-development/#:~:text=Impact%20of%20AI%20in%20Gaming&text=This%20technological%20advancement%20has%20allowed,and%20challenging%20environment%20for%20players>, дата обращения 05.05.2024.

Рис. 3. Разработка четырех альтернативных сценариев



работу, можно отметить уход ключевых сотрудников студии, конфликты с издателем (Sony) и другие накладки¹³. Несмотря на это «The Last Guardian» была успешно выведена на рынок и получила в основном положительные отзывы. Минусы затяжного процесса разработки заключаются в упущенных рыночных возможностях или изменившихся предпочтениях пользователей. То, что в начале цикла считается инновационным, к моменту его завершения может потерять актуальность, к тому же возрастают риски отставания от конкурентов. Разработчикам придется вкладывать в проект больше времени и ресурсов без гарантий получения прибыли¹⁴. Таким образом, несмотря на сложные технические проблемы алгоритмов ИИ, данный сценарий также выглядит приемлемым при условии, что игроки получают качественный игровой опыт за счет глубокого погружения.

Сценарий 3 — «Доминирование технологической сложности». Предполагается, что при сочетании существенных проблем алгоритмов ИИ и низкого уровня погружения в игровой процесс разработчикам придется уделять избыточное внимание техническим аспектам. Это влечет за собой риски лишиться потребителей, которых интересуют не столько технологические инновации, сколько привлекательность процесса. Избыточная ставка на технологическую сложность чревата потерей эффекта погружения и увлекательного игрового опыта, которого ожидали игроки. Возрастает вероятность утраты таких атрибутов, отвечающих за интерес к игре, как захватывающий сюжет, детально проработанный игровой мир и интуитивный интерфейс. Следовательно, вероятность реализации сценария может оказаться невысокой, поскольку она зависит от баланса между технологическими инновациями и игровым процессом, а увлечение совершенствованием алгоритмов ИИ способно его нарушить.

Сценарий 4 — «Монотонный игровой процесс». В игровом контексте монотонность означает, что игрокам приходится иметь дело с ограниченным стандартным набором задач, миссий или квестов. Если алгоритмам ИИ недостает сложности и способностей создавать

игровые вызовы, процесс становится предсказуемым и повторяющимся. Персонажи, которыми управляет ИИ, демонстрируют однообразное поведение с минимальными различиями в реакции или в стратегических решениях, в результате теряется интерес к игре. Данный сценарий может стать наихудшим. Если малайзийские разработчики игр проигнорируют решение сложных технологических проблем алгоритмов ИИ, степень погружения в игровой процесс окажется низкой, а игровой опыт — некачественным. Соппротивление использованию ИИ для разработки игр усилится.

Заключение

Игровая индустрия рассматривается как высокотехнологичный, инновационный и сверхприбыльный сектор с высоким потенциалом влияния на экономику и общество в целом. Эти возможности могут раскрыться с помощью ИИ и других передовых технологий. Представляет интерес оценка готовности разработчиков игровых продуктов к внедрению более сложных и адаптивных алгоритмов ИИ.

В статье впервые для малайзийского контекста рассмотрены перспективы использования ИИ в рассматриваемой сфере. Проведен комплексный анализ определяющих их факторов, сочетающий изучение литературы и опрос экспертов. На основе двух выявленных ключевых драйверов, с которыми связаны максимальное влияние и неопределенность, разработаны четыре альтернативных сценария. Наиболее предпочтительным признан сценарий «Динамическая игровая среда», поскольку именно в комбинации отсутствия сложности с реализацией ИИ-алгоритмов с фокусом на обогащение игрового опыта пользователей открывается максимально широкий спектр возможностей для игровой индустрии.

Как и любое исследование, представленный нами анализ имеет свои ограничения. Это лишь первая попытка формирования эмпирической базы для понимания конкретных проблем и возможностей, с которыми может столкнуться игровая индустрия в ходе внедрения технологий ИИ. Другое ограничение заключается в размере и составе выборки. Несмотря на это собранный массив данных оказался достаточно информативным, что позволило решить поставленную исследовательскую задачу.

Можно предложить несколько рекомендаций для преодоления обозначенных ограничений. Прежде всего, в ходе дальнейших исследований целесообразно расширить методологию и провести углубленные интервью, чтобы лучше понять соответствующую тематику и иные проблемы, не освещенные в литературе. Представленное исследование может послужить отправной точкой для оценки динамики будущего применения ИИ разработчиками игр. Кроме того, ученые или политики могут использовать результаты для

¹³ <https://www.dualshockers.com/games-with-longest-development-times/#8-8-ultima-ix-ascension-five-years>, дата обращения 14.02.2024.

¹⁴ <https://www.gamedeveloper.com/business/the-risks-of-long-term-game-development>, дата обращения 07.05.2024.

оценки эффекта и неопределенности использования ИИ в Малайзии. Это поможет усилить положительный эффект применения таких технологий для разработки игр и смягчить негативные последствия. Очевидно, что, несмотря на отмеченное во многих исследованиях широкое применение ИИ для разработки игр, опасения по этому поводу сохраняются. В целом, игры, особен-

но основанные на ИИ, расширяют влияние на развитие разных сфер и обеспечивают формирование сложных и ценных навыков у пользователей. Предстоит найти оптимальный баланс между созданием инноваций и их ответственным применением, чтобы обеспечить безопасность, инклюзивность и пользу игр для людей всех возрастов.

Библиография

- Alessi S., Kopainsky B. (2015) System dynamics and simulation/gaming: Overview. *Simulation and Gaming*, 46 (3–4), 223–229. <https://doi.org/10.1177/1046878115596390>
- Almeqbaali M., Ouhbi S., Serhani M.A., Amiri L., Jan R.K., Zaki N., Sharaf A., Al Helali A., Almheiri E. (2022) A Biofeedback-Based Mobile App With Serious Games for Young Adults With Anxiety in the United Arab Emirates: Development and Usability Study. *JMIR Serious Games*, 10(3), e36936. <https://doi.org/10.2196/36936>
- Ambros-Antemate J.F., Beristain-Colorado M.D.P., Vargas-Treviño M., Gutiérrez-Gutiérrez J., Hernández-Cruz P.A., Gallegos-Velasco I.B., Moreno-Rodríguez A. (2021) Software Engineering Frameworks Used for Serious Games Development in Physical Rehabilitation: Systematic Review. *JMIR Serious Games*, 9(4), e25831. <https://doi.org/10.2196/25831>
- Bekius F., Meijer S., de Bruijn H. (2018) Collaboration patterns in the Dutch railway sector: Using game concepts to compare different outcomes in a unique development case. *Research in Transportation Economics*, 69, 360–368. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2018.06.011>
- Bellotti F., Berta R., De Gloria A., Lavagnino E., Antonaci A., Dagnino F., Ott M., Romero M., Usart M., Mayer I.S. (2014) Serious games and the development of an entrepreneurial mindset in higher education engineering students. *Entertainment Computing*, 5(4), 357–366. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2014.07.003>
- Bharathi G.P., Chandra I., Sanagana D.P.R., Tummalachervu C.K., Rao V.S., Neelima S. (2024) AI-driven adaptive learning for enhancing business intelligence simulation games. *Entertainment Computing*, 50, 100699. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100699>
- Bishop I.D., Stock C., Williams K.J. (2009) Using virtual environments and agent models in multi-criteria decision-making. *Land Use Policy*, 26(1), 87–94. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2008.01.010>
- Dantas A.R., de Oliveira Barros M., Werner C.M.L. (2004) *A simulation-based game for project management experiential learning*. Paper presented at the International Conference on Software Engineering and Knowledge Engineering (SEKE) 2004, June 20–24, Banff, Canada.
- den Haan R.J., van der Voort M.C., Baart F., Berends K.D., van den Berg M.C., Straatsma M.W., Geenen A.J.P., Hulscher S.J.M.H. (2020) The Virtual River Game: Gaming using models to collaboratively explore river management complexity. *Environmental Modelling & Software*, 134, 104855. <https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2020.104855>
- Dolin E.J., Susskind L.E. (1992) A role for simulations in public policy disputes: The case of national energy policy. *Simulation & Gaming*, 23(1), 20–44. <https://doi.org/10.1177/1046878192231003>
- Duffhues J., Mayer I.S., Nefs M., van der Vliet M. (2014) Breaking barriers to transit-oriented development: Insights from the serious game SPURCITY. *Environment and Planning B: Urban Analytics and City Science*, 41(5), 770–791. <https://doi.org/10.1068/b39130>
- Dyer-Witheford N., De Peuter G.S. (2006) “EA Spouse” and the crisis of video game labour: Enjoyment, exclusion, exploitation, exodus. *Canadian Journal of Communication*, 31(3), 599–617. <https://doi.org/10.22230/cjc.2006v31n3a1771>
- Fairclough C., Fagan M., Mac Namee B., Cunningham P. (2002) *Research directions for AI in Computer Games* (Computer Science Technical Report TCD-CS-2001-29), Dublin: Trinity College. <http://www.tara.tcd.ie/handle/2262/13098>, accessed 21.04.2024.
- Frederick S. (2005) Cognitive reflection and decision making. *Journal of Economic Perspectives*, 19(4), 25–42. <https://doi.org/10.1257/089533005775196732>
- Gao F., Li L., Sun Y. (2020) A systematic review of mobile game-based learning in STEM education. *Educational Technology Research and Development*, 68, 1791–1827. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09787-0>
- Georghiou L. (2001) *Third generation foresight – integrating the socio-economic dimension* (NISTEP Report 77), Tokyo: NISTEP.
- Ghasemi O., Abooyee M., Labafi S., Shirzad M. (2024) The role of video games in enhancing managers’ strategic thinking and cognitive abilities: An experiential survey. *Entertainment Computing*, 50, 100694. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2024.100694>
- Giannakos M., Voulgari I., Papavlasopoulou S., Papamitsiou Z., Yannakakis G. (2020) Games for artificial intelligence and machine learning education: Review and perspectives. In: *Non-Formal and Informal Science Learning in the ICT Era* (ed. M. Giannakos), Singapore: Springer, pp. 117–133. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6747-6_7
- Hettinga S., Boter J., Dias E., Fruijtier S., de Vogel B., Scholten H. (2020) Urban energy transition in a gaming context: The role of children. *Land Use Policy*, 111, 104903. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104903>
- Hodgson D., Briand L. (2013) Controlling the uncontrollable: “Agile” teams and illusions of autonomy in creative work. *Work, Employment & Society*, (2), 308.
- Jahan Tumpa R., Ahmad T., Naeni L.M., Kujala J. (2024) Computer-based games in project management education: A review. *Project Leadership and Society*, 5, 100130. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2024.100130>
- Kanode C.M., Haddad H.M. (2009) Software Engineering Challenges in Game Development. Paper presented at the 2009 Sixth International Conference on Information Technology, Las Vegas, NV, USA 27–29 April 2009. <https://doi.org/10.1109/itng.2009.74>
- Krejcie R.V., Morgan D.W. (1970) Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurement*, 30(3), 607–610. <https://doi.org/10.1177/001316447003000308>
- Le Page C., Becu N., Bommel P., Bousquet F. (2012) Participatory agent-based simulation for renewable resource management: The role of the cormas simulation platform to nurture a community of practice. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 15(1), 10. <https://doi.org/10.18564/jasss.1928>
- Papastergiou M. (2009) Digital game-based learning in high school computer science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.004>
- Peticca-Harris A., Weststar J., McKenna S. (2015) The perils of project-based work: Attempting resistance to extreme work practices in video game development. *Organization*, 22(4), 570–587. <https://doi.org/10.1177/1350508415572509>

- Petrillo F., Pimenta M., Trindade F., Dietrich C. (2008) *Houston, we have a problem. A survey of actual problems in computer games development*. Paper presented at the the 2008 ACM symposium on Applied computing. <https://doi.org/10.1145/1363686.1363854>
- Reckien D., Eisenack K. (2013) Climate change gaming on board and screen: A review. *Simulation & Gaming*, 44 (2–3), 253–271. <https://doi.org/10.1177/1046878113480867>
- Reeves B., Malone T.W., O'Driscoll T. (2008) Leadership's online labs. *Harvard Business Review*, 86, 58–66.
- Sanzana M. R., Abdulrazic M. O., Wong J. Y., Yip C.-C. (2023). Gamified virtual labs: shifting from physical environments for low-risk interactive learning. *Journal of Applied Research in Higher Education*, 16(1), 208–221. <https://doi.org/10.1108/JARHE-09-2022-0281>
- Sanzana M.R., Abdulrazic M.O.M., Wong J.Y., Yip C.C. (2024) Personnel Training for Common Facility Management Issues in Thermal-Energy-Storage Chiller Plant using a Serious 3D Game. *Simulation & Gaming*, 55(2), 224–248. <https://doi.org/10.1177/10468781241232594>
- Shabbir M.S., Pallares-Venegas E. (2024) Influences of entrepreneurship skills and universities on the promotion of entrepreneurial intentions of students; mediating role of business simulation games. *On the Horizon*, 32(1), 1–14. <https://doi.org/10.1108/OTH-10-2022-0062>
- Shi Y., Li H., Fu X., Luan R., Wang Y., Wang N., Sun Z., Niu Y., Wang C., Zhang C., Wang Z.L. (2023) Self-powered difunctional sensors based on sliding contact-electrification and tribovoltaic effects for pneumatic monitoring and controlling. *Nano Energy*, 110, 108339. <https://doi.org/10.1016/j.nanoen.2023.108339>
- Silva L., Mousavidin E. (2015) Strategic Thinking in Virtual Worlds: Studying World of Warcraft. *Computers in Human Behavior*, 46, 168–180. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.12.047>
- Smajgl A., Ward J.R., Foran T., Dore J., Larson S. (2015) Visions, beliefs, and transformation: Exploring cross-sector and transboundary dynamics in the wider Mekong region. *Ecology and Society*, 20(2), 15. <http://dx.doi.org/10.5751/ES-07421-200215>
- Smeddinck J.D. (2020) *Human-Computer Interaction with Adaptable & Adaptive Motion-based Games for Health* (ArXiv Paper abs/2012.03309). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2012.03309>
- Solinska-Nowak A., Magnuszewski P., Curl M., French A., Keating A., Mochizuki J., Jarzabek L. (2018) An overview of serious games for disaster risk management – Prospects and limitations for informing actions to arrest increasing risk. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 31, 1013–1029. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2018.09.001>
- Sutil-Martín D.L., Otamendi F.J. (2021) Soft Skills Training Program Based on Serious Games. *Sustainability*, 13(15), 8582. <https://doi.org/10.3390/su13158582>
- Tamla P., Böhm T., Gaisbachgrabner K., Mertens J., Hemmje M., Fuchs M. (2019) Survey: Software search in serious games development. *CEUR Workshop Proceedings*, 2348, 155–166.
- Tang C., Wang Z., Sima X., Zhang L. (2020) *Research on Artificial Intelligence Algorithm and Its Application in Games*. Paper presented at the 2nd International Conference on Artificial Intelligence and Advanced Manufacture (AIAM). <https://doi.org/10.1109/AIAM50918.2020.00085>
- Vervoort J., Gupta A. (2018) Anticipating climate futures in a 1.5°C era: The link between foresight and governance. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 31, 104–111. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.01.004>
- Vervoort J., Mangnus A., McGreevy S., Ota K., Thompson K., Rupprecht C., Tamura N., Moosdorff C., Spiegelberg M., Kobayashi M. (2022) Unlocking the potential of gaming for anticipatory governance. *Earth System Governance*, 11, 100130. <https://doi.org/10.1016/j.esg.2021.100130>
- Waltham M., Moodley D. (2016) *An Analysis of Artificial Intelligence Techniques in Multiplayer Online Battle Arena Game Environments*. Paper presented at the Annual Conference of the South African Institute of Computer Scientists and Information Technologists. <https://doi.org/10.1145/2987491.2987513>
- West D.M., Allen J.R. (2023) *How artificial intelligence is transforming the world*, Washington, D.C.: Brookings Institute.
- Wu J.S., Lee J.J. (2015) Climate change games as tools for education and engagement. *Nature Climate Change*, 5, 413–418. <https://doi.org/10.1038/nclimate2566>
- Zhou Q., Mayer I.S. (2017) Models, Simulations and Games for Water Management: A Comparative Q-Method Study in the Netherlands and China. *Water*, 10(1), 10. <https://doi.org/10.3390/w10010010>