

**ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
«ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ»**

Факультет компьютерных наук
Магистерская программа
«Исследования и предпринимательство
в искусственном интеллекте»

СОГЛАСОВАНО

Научный руководитель,
доцент ФКН департамента
программной инженерии, к.т.н.

_____ С. Л. Макаров
«_____» _____ 2025 г.

УТВЕРЖДАЮ

Академический руководитель
образовательной программы
«Исследования и предпринимательство
в искусственном интеллекте»

_____ Д. С. Лялин
«_____» _____ 2025 г.

**Курсовая работа
(проектная)**

на тему: **Разработка мультиагентной текстовой стратегической игры на
основе оркестрируемых языковых моделей**

по направлению подготовки 01.04.02 «Прикладная математика и информатика»

ВЫПОЛНИЛ

студент группы ИПИИ
образовательной программы
01.04.02 «Прикладная
математика и информатика»

_____ Н. С. Пеганов
«_____» _____ 2025 г.

Реферат

Работа посвящена разработке мультиагентной текстовой стратегической игры на основе оркестрируемых языковых моделей и исследованию применимости современных LLM в качестве автоматизированного мастера игры в жанре военно-политических игр (ВПИ).

В работе рассмотрен полный цикл создания подобной системы, включая проектирование архитектуры мультиагентной среды, оркестрацию языковых моделей для выполнения различных игровых функций, а также анализ результатов пилотного запуска с реальными пользователями. Особое внимание уделяется методам преодоления типичных проблем языковых моделей в контексте игрового процесса: галлюцинации, сохранение долгосрочного контекста и вычислительные ограничения.

Результаты исследования демонстрируют потенциал современных LLM для автоматизации роли вердера в текстовых стратегических играх, выявляют ключевые технические и игровые ограничения существующих подходов, а также предлагают набор технических решений для повышения качества игрового опыта, включая применение систем на основе RAG и локальных моделей для снижения стоимости эксплуатации игровой системы.

Данная работа состоит из 47 страниц, 5 глав, 5 листингов, 1 таблицы, 2 приложений. Использовано 100 источников.

Ключевые слова: мультиагентная система; языковые модели; оркестрация LLM; текстовые стратегические игры; искусственный интеллект в играх; RAG; автоматизация игрового мастера.

Abstract

This paper is dedicated to developing a multi-agent text-based strategy game using orchestrated large language models, and investigating the applicability of modern LLMs as automated game masters in the military-political games (WPG) genre.

The work covers the complete cycle of creating such a system, including designing the architecture of a multi-agent environment, orchestrating language models to perform various game functions, and analyzing the results of a pilot launch with real users. Special attention is paid to methods for overcoming typical language model problems in the gaming context: hallucinations, maintaining long-term context, and computational limitations.

The research results demonstrate the potential of modern LLMs for automating the role of game arbiter in text-based strategy games, identify key technical and gameplay limitations of existing approaches, and propose a set of technical solutions to enhance gaming experience, including the application of RAG-based systems and local models to reduce the operational costs of the game system.

The paper contains 47 pages, 5 chapters, 5 listings, 1 table, 2 appendices. 100 sources are used.

Keywords: multi-agent system; large language models; LLM orchestration; text-based strategy games; artificial intelligence in games; RAG; automated game mastering.

Содержание

Реферат	2
Abstract	3
Используемые определения и термины	6
Введение	8
0.1 Актуальность темы	9
0.2 Цель и задачи исследования	9
0.3 Объект и предмет исследования	11
0.4 Методология исследования	12
0.5 Практическая значимость	13
Глава 1 Предметная область проекта и анализ существующих решений	14
1.1 Определение и история военно-политических игр	14
1.1.1 Историческое развитие жанра	15
1.1.2 Жанровые разновидности ВПИ	15
1.1.3 Международные аналоги	16
1.2 Специфика роли вердера в ВПИ и проблемы её автоматизации	16
1.2.1 Функции вердера в ВПИ	16
1.2.2 Формы организации вердерства	17
1.2.3 Вызовы при автоматизации роли вердера	17
1.2.4 Потенциальные преимущества автоматизации вердерства	18
1.2.5 Подходы к решению проблем автоматизации	19
1.3 Современные языковые модели: возможности и ограничения	20
1.3.1 Архитектура и принципы работы современных LLM	20
1.3.2 Возможности современных языковых моделей	20
1.3.3 Ограничения и вызовы	21
1.3.4 Перспективные направления развития	22
1.4 Оркестрация языковых моделей в мультиагентных системах	23
1.4.1 Концепция мультиагентных систем на основе LLM	23
1.4.2 Архитектурные паттерны оркестрации	24
1.4.3 Ключевые компоненты мультиагентной системы для ВПИ	24
1.4.4 Механизмы коммуникации и координации	25
1.4.5 Методы обеспечения согласованности	25
1.4.6 Практические примеры оркестрации LLM	26
1.4.7 Вызовы и направления развития	26
1.5 Методы преодоления ограничений языковых моделей	27
1.5.1 Борьба с галлюцинациями	27

1.5.2	Преодоление ограничений контекстного окна	28
1.5.3	Улучшение математических и логических способностей	29
1.5.4	Обеспечение долгосрочной согласованности	29
1.5.5	Снижение вычислительных затрат	30
1.5.6	Обеспечение этичности и безопасности	31
1.5.7	Интеграция пользовательской обратной связи	31
1.5.8	Интеграция с игровыми механиками	32
1.6	Существующие решения по автоматизации геймплея в ВПИ	32
1.6.1	Нейросеть как заменитель игроков	33
1.6.2	ИИ как генератор нарративного контента	33
1.6.3	Гибридные подходы в современных ВПИ	34
1.6.4	Экспериментальные подходы и перспективные направления	34
1.6.5	Дискуссии в сообществе ВПИ о роли ИИ	35
Глава 2	Постановка задачи на разработку системы	36
2.1	Анализ требований пользователей	36
2.2	Функциональные требования к системе	36
2.3	Нефункциональные требования	36
2.4	Диаграмма прецедентов и сценарии использования	36
2.5	Архитектура мультиагентной системы	36
2.6	Спецификация взаимодействия компонентов	36
2.7	Требования к пользовательскому интерфейсу	36
2.8	Стратегия обработки ошибок и исключительных ситуаций	36
2.9	Масштабируемость и производительность	36
2.10	Этические аспекты и ограничения системы	36
Глава 3	Первичный прототип системы	37
Глава 4	Финальная версия системы	38
Глава 5	Обсуждение результатов	39
Заключение	40
Список использованных источников	47
Приложение А	48
Приложение Б	51

Используемые определения и термины

RAG (Retrieval-Augmented Generation) – метод улучшения генерации текста языковыми моделями путем предварительного извлечения релевантной информации из внешних источников.

Большая языковая модель (Large Language Model, LLM) – языковая модель значительного размера, способная генерировать когерентный текст и выполнять различные языковые задачи.

Верд (вердикт) – текстовое описание результатов выполнения приказов игроков, составляемое вердером.

Виртуальное государство – поджанр ВПИ, концентрирующийся на отыгрыше политики в рамках одного государства с детализацией механик принятия государственных решений.

Военно-политические игры (ВПИ, Military-Political Games, WPG) – жанр текстовых стратегических игр, в которых игроки управляют государствами, политическими фракциями или организациями, взаимодействуя посредством письменных приказов и получая ответные вердикты от мастера игры.

Галлюцинации LLM – явление, при котором языковая модель генерирует фактически неверную информацию, представляя её как достоверную.

Калькулятор – принцип организации игровой механики, при котором взаимодействие с миром осуществляется через численные переменные и формулы, обеспечивающие определенный уровень автоматизации.

Классическая ВПИ – проект, где в рамках игровой механики предусмотрен отыгрыш правителя государства с возможностью действий во всех сферах государственной политики.

Командно-штабная игра (КШИ) – разновидность ВПИ с акцентом на военной составляющей, где игроки делятся на команды, отыгрывающие офицерский состав заранее определенных армий.

Мультиагентная система – система, состоящая из нескольких взаимодействующих интеллектуальных агентов, каждый из которых выполняет определенную функцию.

Оркестрация языковых моделей – процесс координации нескольких языковых моделей или компонентов для последовательного выполнения сложных задач.

Приказ – сформулированная в текстовой форме воля игрока, использующая находящиеся под контролем игрока силы для преобразования внешнего мира в рамках установленных игрой правил.

Рестарт – перезапуск проекта и смена игровой сессии.

Ролеплей (РП) – принцип организации игровой механики, при котором взаимодействие с игровой реальностью осуществляется через прямое текстовое взаимодействие игрока и судьи.

Сессия – игровой процесс, проходящий в рамках одной «игровой реальности», непрерывный процесс отыгрыша в определённой вселенной без удаления игроков и обнуления прогресса.

Сеттинг – совокупность особенностей среды, в рамках которой протекает игра, включая историю мира, технологический уровень, географию и культурные особенности.

Судья (вердер) – человек, наделенный полномочиями определять реакцию внешнего мира на действия игрока и описывать в текстовом формате итоги приказов, аналог гейм-мастера.

Языковая модель (Language Model, LM) – алгоритмическая система, обученная предсказывать и генерировать текст на естественном языке.

Введение

Современные достижения в области искусственного интеллекта и, в частности, больших языковых моделей (LLM) открывают новые перспективы для традиционных интерактивных развлечений [1; 2]. Одной из областей, где применение искусственного интеллекта имеет значительный потенциал, являются текстовые стратегические игры, такие как военно-политические игры (ВПИ) — жанр, сочетающий элементы стратегии, ролевой игры и коллективного сторителлинга [3].

ВПИ представляют собой текстовые игры, в которых игроки управляют сложными структурами (государствами, военными силами, политическими организациями) путем написания приказов, а судья (или вердер) оценивает эти приказы и формирует вердикты — текстовые описания результатов действий [4]. Этот процесс требует от судьи глубокого понимания игрового мира, механик, а также способности генерировать связные и логичные повествования, что делает эту роль одной из самых трудоемких в организации игры. Кроме того, традиционно судья ограничен в скорости обработки приказов, что создает естественный «потолок» для темпа игры и количества участников.

Большие языковые модели, такие как GPT-4, демонстрируют впечатляющие способности к пониманию контекста, следованию инструкциям и генерации связных текстов [5]. Эти характеристики потенциально позволяют им выполнять роль судьи в ВПИ, автоматизируя процесс создания вердиктов и значительно ускоряя игровой процесс. Однако использование LLM в таком качестве сопряжено с рядом технических и методологических вызовов, включая проблему галлюцинаций, ограничения контекстного окна и сложности в поддержании долговременной согласованности [6; 7].

В данной работе представлена разработка мультиагентной текстовой стратегической игры на основе оркестрируемых языковых моделей — системы, использующей несколько специализированных LLM-агентов для выполнения различных функций судьи в ВПИ. Исследование включает как теоретическое обоснование подхода, так и практическую реализацию в виде работающего прототипа, протестированного реальными игроками. Особое внимание уделяется механизмам обеспечения целостности игрового мира, преодоления ограничений LLM и создания интуитивно понятного пользовательского опыта.

Работа основывается на междисциплинарном подходе, объединяющем методы искусственного интеллекта, игрового дизайна и нарративных исследований [8; 9]. Представленная система не только демонстрирует практическое применение современных LLM в новой предметной области, но и открывает перспективы для создания более масштабных и динамичных текстовых игр, доступных широкой аудитории.

0.1. Актуальность темы

Текстовые стратегические игры жанра военно-политических игр (ВПИ) занимают особую нишу в игровой индустрии, предоставляя уникальный опыт коллективного стратегического взаимодействия. Ключевым ограничением данного жанра является высокая зависимость от человека-вердера (судьи), который обрабатывает игровые ситуации и формирует нарративную основу игры [10]. Это делает организацию подобных игр трудоемкой, снижает их доступность и ограничивает масштабы игрового сообщества [10].

Современное развитие больших языковых моделей (LLM) создает предпосылки для решения данной проблемы [11]. Недавние исследования показывают, что автоматизация создания интерактивного контента с помощью ИИ может существенно изменить подход к разработке игр с текстовой основой [12]. Особую актуальность приобретает архитектурный подход на основе мультиагентных систем, где различные аспекты игрового взаимодействия обрабатываются специализированными ИИ-агентами [13]. Подобная оркестрация позволяет преодолеть ограничения единичных моделей через разделение обязанностей и специализацию [13]. В случае ВПИ это особенно важно, поскольку игра требует компетенций в различных областях: политике, экономике, военном деле, дипломатии [10].

Разработка мультиагентной системы для ВПИ также имеет значение в контексте растущего интереса к цифровой гуманитаристике и инструментам совместного повествования [14]. Исследования показывают, что комбинация человеческого творчества и ИИ-ассистирования открывает новые горизонты для коллективного творчества и обмена идеями [15].

С практической точки зрения, создание автоматизированной системы для проведения ВПИ может возродить интерес к жанру, сделать его доступным для более широкой аудитории и заложить основу для новых форм социального взаимодействия в цифровых средах [12]. В научном плане проект представляет ценность как исследование применимости мультиагентных систем для поддержания сложных нарративных структур и последовательных игровых вселенных [16].

Таким образом, разработка мультиагентной системы на основе оркестрируемых языковых моделей для автоматизации ВПИ представляет собой актуальную задачу, решение которой способно обогатить как теорию искусственного интеллекта, так и практику игрового дизайна.

0.2. Цель и задачи исследования

Основная цель исследования заключается в разработке и оценке мультиагентной системы на основе оркестрируемых языковых моделей для автоматизации роли вердера в текстовых стратегических играх жанра ВПИ, а также в определении эффективности и практической применимости такого подхода для создания интересного и последова-

тельного игрового опыта.

Для достижения поставленной цели сформулированы следующие задачи:

- 1) Провести анализ существующих подходов к организации военно-политических игр и выявить ключевые аспекты, требующие автоматизации.
- 2) Провести customer development с опытными игроками ВПИ для выявления их ожиданий, болевых точек и требований к автоматизированной системе проведения игр.
- 3) Разработать архитектуру мультиагентной системы, включающую специализированных ИИ-агентов для различных аспектов игрового процесса (обработка приказов, проверка на соответствие эпохе, оценка экономических показателей, формирование вердиктов).
- 4) Реализовать первичный прототип системы (RELOAD WPG) на основе единой языковой модели и провести его тестирование с реальными игроками для выявления ограничений и потенциальных улучшений.
- 5) На основе полученной обратной связи спроектировать и реализовать усовершенствованную версию системы с применением:
 - Локальных языковых моделей для снижения стоимости эксплуатации
 - RAG-системы для минимизации галлюцинаций и точного доступа к информации
 - Оптимизированных механик взаимодействия для улучшения игрового опыта
 - Специализированной системы симуляции боевых действий
- 6) Провести сравнительный анализ первичного прототипа и усовершенствованной системы по критериям:
 - Качество генерируемых вердиктов
 - Устойчивость к галлюцинациям
 - Способность поддерживать долгосрочную согласованность игрового мира
 - Удовлетворенность пользователей
 - Вычислительная эффективность
- 7) Определить принципиальные ограничения и возможности применения оркестрируемых языковых моделей в контексте автоматизации текстовых стратегических игр.
- 8) Сформулировать рекомендации для дальнейшего развития ИИ-ассистированных текстовых игр на основе полученных результатов.

Решение данных задач позволит не только создать функциональную систему для проведения военно-политических игр с минимальным участием человека-вердера, но и внести вклад в понимание того, как мультиагентные системы на основе языковых моделей могут применяться для создания сложных интерактивных нарративных сред.

0.3. Объект и предмет исследования

Объектом исследования являются текстовые стратегические игры жанра военно-политических игр (ВПИ), в которых игроки управляют государствами или иными сложными структурами посредством текстовых приказов, обрабатываемых и интерпретируемых вердером (судьей).

Предметом исследования выступает процесс автоматизации роли вердера с помощью мультиагентной системы на основе оркестрируемых языковых моделей, включая:

- Методы организации взаимодействия между игроками и ИИ-вердером в текстовом формате
- Архитектурные решения для создания мультиагентной системы, способной эффективно обрабатывать и интерпретировать игровые приказы
- Способы оркестрации различных языковых моделей для выполнения специализированных функций в контексте игрового процесса
- Методы преодоления ограничений языковых моделей (галлюцинации, поддержание долгосрочного контекста, согласованность генерируемого контента) для создания качественного игрового опыта
- Принципы проектирования пользовательского интерфейса и взаимодействия с ИИ-вердером, обеспечивающие максимальную доступность и понимание игрового процесса
- Критерии оценки эффективности и качества автоматизированной системы проведения ВПИ с точки зрения игрового опыта и технической реализации

Исследование фокусируется на изучении баланса между творческими аспектами генерации контента языковыми моделями и необходимостью сохранения игровой логики, исторической или жанровой достоверности и общей связности игрового мира. Особое внимание уделяется выявлению оптимальных подходов к декомпозиции задач вердера между различными агентами мультиагентной системы для достижения максимальной эффективности и качества игрового процесса.

0.4. Методология исследования

В основу методологии исследования положен комплексный подход, сочетающий методы программной инженерии, искусственного интеллекта и пользовательского дизайна. Исследование разделено на несколько взаимосвязанных этапов, каждый из которых имеет свою методологическую основу.

На подготовительном этапе применяются методы анализа предметной области и customer development для выявления ключевых требований и ограничений в контексте автоматизации ВПИ. Используется метод экспертных интервью с опытными игроками и организаторами ВПИ, а также анализ существующих проектов в данной области. Для структурирования полученной информации применяется методология Jobs-to-be-Done [17], позволяющая выявить основные потребности пользователей и сформулировать критерии успешности системы.

При разработке архитектуры мультиагентной системы применяется методология итеративного проектирования и прототипирования, опирающаяся на принципы микросервисной архитектуры [18]. Для проектирования взаимодействия между агентами используется подход, основанный на исследованиях в области оркестрации языковых моделей [19], с учетом специфики задачи автоматизации роли вердера.

Для оценки эффективности языковых моделей в контексте генерации игрового контента применяются методы, заимствованные из области оценки генеративных систем [20], включая как количественные метрики (согласованность, соответствие тематике, информационная точность), так и качественные критерии (нарративная убедительность, игровая ценность).

В процессе разработки прототипа и его усовершенствованной версии используется методология Agile с короткими итерациями и постоянным взаимодействием с конечными пользователями [21]. Это позволяет оперативно вносить изменения в архитектуру и функциональность системы на основе получаемой обратной связи.

Для преодоления ограничений языковых моделей, в частности проблемы галлюцинаций, применяется методология RAG (Retrieval-Augmented Generation) [22], адаптированная к специфике игрового контекста с динамически меняющейся информационной базой.

Тестирование системы проводится с использованием методов качественной оценки пользовательского опыта [23], включая структурированные опросы, интервью и наблюдение за игровыми сессиями. Для количественной оценки применяются метрики вычислительной эффективности, точности и согласованности генерируемого контента.

Таким образом, методология исследования представляет собой комплексный подход, сочетающий теоретические и эмпирические методы, что обеспечивает всестороннее изучение проблемы автоматизации ВПИ с помощью мультиагентных систем на основе языковых моделей.

0.5. Практическая значимость

Практическая значимость данного исследования определяется несколькими аспектами.

Во-первых, разработанная мультиагентная система на основе оркестрируемых языковых моделей может быть непосредственно использована для проведения военно-политических игр, что позволит существенно снизить трудозатраты на их организацию и сделает формат более доступным для широкого круга игроков. Это особенно актуально для сообщества ВПИ, которое сталкивается с проблемой ограниченности человеческих ресурсов для роли судей [3].

Во-вторых, предложенные архитектурные решения по организации мультиагентной системы могут быть адаптированы для автоматизации других типов текстовых игр и интерактивных нарративных сред, где требуется сочетание следования правилам с творческой генерацией контента. Подход к оркестрации языковых моделей, разработанный в рамках исследования, может найти применение в образовательных симуляциях, тренировочных системах и других областях, где необходима интеллектуальная обработка текстовых запросов.

В-третьих, методы преодоления ограничений языковых моделей, разработанные в процессе исследования (в частности, применение RAG для снижения галлюцинаций в динамическом контексте), имеют самостоятельную практическую ценность и могут использоваться в различных приложениях, требующих поддержания согласованности генерируемого контента на протяжении длительных интеракций.

Наконец, разработанный в рамках исследования инструментарий для проведения ВПИ с ИИ-вердером может способствовать популяризации этого жанра игр и стимулировать появление новых подходов к интеграции искусственного интеллекта в игровую индустрию. Это открывает перспективы для коммерциализации подобных решений и создания новых ниш на рынке интерактивных развлечений.

Глава 1. Предметная область проекта и анализ существующих решений

В данной главе рассматриваются теоретические основы, необходимые для разработки мультиагентной текстовой стратегической игры на основе оркестрируемых языковых моделей. В первую очередь, представлен обзор жанра военно-политических игр (ВПИ), их история, ключевые особенности и механики, а также роль вердера (судьи) в организации игрового процесса. Далее рассматриваются принципы функционирования современных больших языковых моделей, их возможности и ограничения в контексте генерации игрового контента, оркестрации и создания мультиагентных систем. Особое внимание уделяется методам преодоления типичных проблем языковых моделей (галлюцинации, ограничения контекстного окна, согласованность генерируемого контента). Представлен анализ существующих подходов к применению ИИ в текстовых играх и, в частности, обзор существующих проектов ВПИ с использованием искусственного интеллекта, а также обсуждаются текущие дебаты в сообществе ВПИ относительно перспектив и этических аспектов использования ИИ в роли вердера. Глава завершается формулировкой ключевых требований и вызовов, которые необходимо учитывать при разработке автоматизированной системы проведения ВПИ.

1.1. Определение и история военно-политических игр

Военно-политические игры (ВПИ) представляют собой особый жанр текстовых стратегических игр, в которых игроки принимают на себя роль руководителей государств, политических фракций или других крупных организаций, взаимодействуя между собой и с игровым миром посредством текстовых приказов [24]. Ключевой особенностью ВПИ является наличие судьи (вердера), который интерпретирует приказы игроков и формирует вердикты — текстовые описания результатов действий.

В соответствии с определением, представленным в глоссарии ВПИ, *«военно-политическая игра — это разновидность стратегической игры, в которой игроки управляют государствами или иными политическими образованиями, принимая решения относительно их внешней и внутренней политики, экономического развития, военных действий и других аспектов государственного управления»* [4].

Фундаментальная особенность ВПИ заключается в текстовом формате взаимодействия, который отличает этот жанр от коммерческих стратегических компьютерных игр. Игровой процесс ВПИ строится вокруг системы *приказ-вердикт*, где приказ — это сформулированная игроком воля относительно действий управляемого объекта, а вердикт — письменный ответ вердера, описывающий результаты выполнения этого приказа [25].

1.1.1. Историческое развитие жанра

История ВПИ имеет глубокие корни, восходя к традиционным военным играм и стратегическим симуляциям. Прародителями жанра можно считать настольные военные игры (варгеймы), появившиеся в XIX веке, в частности кригшпиль — немецкую настольную игру, использовавшуюся для подготовки офицеров [26]. Кригшпиль впервые реализовал концепцию *тумана войны* и стремился к реалистичной симуляции боевых действий на стратегическом уровне.

Дальнейшее развитие жанр получил с появлением настольной игры *Дипломатия*, сочетавшей военные действия с элементами переговоров и политики. Особенно важным этапом для формирования ВПИ стали почтовые варианты игры Дипломатия (Play-by-mail), где игроки обменивались ходами в текстовом формате через обычную почту [27].

С развитием интернета в 1990-х годах возникли первые онлайн-сообщества, практикующие текстовые стратегические игры на форумах и в чатах. Однако доступные исторические данные указывают, что полноценное формирование ВПИ в современном понимании на русскоязычном пространстве произошло в начале 2010-х годов с появлением соответствующих сообществ в социальной сети ВКонтакте [28].

Одной из старейших и наиболее устойчивых ВПИ в русскоязычном сегменте является проект *Империял*, основанный в 2013 году и функционирующий до настоящего времени. Другие значимые проекты включают *Реальный Мир* (бывший ООН), *Цивилизация* и *Эсенвальд* [29].

1.1.2. Жанровые разновидности ВПИ

В процессе развития жанр ВПИ дифференцировался на несколько основных направлений:

- **Классическая ВПИ** — проект, где игроки управляют государствами и имеют возможность действовать во всех сферах государственной политики, включая экономику, военное дело, дипломатию и социальную сферу [24].
- **Командно-штабная игра (КШИ)** — разновидность ВПИ с акцентом на военной составляющей, где игроки делятся на команды, представляющие штабы противоборствующих армий [28].
- **Виртуальное государство** — поджанр, фокусирующийся на детальной симуляции внутренней политики одного государства, где игроки могут управлять партиями, компаниями или высокопоставленными чиновниками [4].

Помимо этого, ВПИ классифицируются по сеттингу (реальная история, альтернативная история, фэнтези, научная фантастика и т.д.) и по игромеханике, которая может варьироваться от преимущественно *ролеплейной* (текстовое взаимодействие с судьей) до *калькуляторной* (с использованием численных переменных и формул) [26].

1.1.3. Международные аналоги

За пределами русскоязычного пространства существуют аналогичные форматы игр, хотя они часто организованы иначе. В англоязычном сегменте распространены *гео-политические симуляторы* на специализированных форумах и сайтах, а также проекты на платформе Reddit. Эти проекты часто сочетают элементы текстовых игр с более структурированными компьютерными интерфейсами, что отличает их от классических ВПИ в российском понимании [28].

Таким образом, военно-политические игры представляют собой сложившийся жанр на стыке стратегии, ролевой игры и коллективного сторителлинга, имеющий богатую историю и устоявшиеся традиции. Этот формат продолжает привлекать участников благодаря уникальному сочетанию стратегической глубины, творческой свободы и социального взаимодействия.

1.2. Специфика роли вердера в ВПИ и проблемы её автоматизации

Вердер (судья) является центральной фигурой в военно-политических играх, выполняя функцию посредника между игроками и игровым миром. В отличие от настольных игр с жестко фиксированными правилами или компьютерных стратегий с заранее запрограммированными алгоритмами, ВПИ опираются на человеческое суждение для интерпретации игровых ситуаций и формирования нарративного опыта.

1.2.1. Функции вердера в ВПИ

Роль вердера в ВПИ многогранна и включает в себя следующие ключевые функции:

- 1) **Интерпретация приказов** — вердер анализирует текстовые приказы игроков, оценивает их осуществимость в рамках игрового мира и правил, интерпретирует их намерения [30].
- 2) **Генерация вердиктов** — формирование связного текстового описания результатов выполнения приказов, включая как успешные, так и неудачные исходы, с соблюдением стилистического и смыслового единства игрового мира [24].
- 3) **Поддержание целостности игрового мира** — обеспечение согласованности происходящих событий, отслеживание изменений в игровой вселенной, контроль за соблюдением внутренней логики мира и технологического уровня эпохи [25].
- 4) **Арбитраж конфликтов** — разрешение спорных ситуаций между игроками, особенно в случае военных столкновений или дипломатических кризисов, с соблюдением баланса и справедливости [30].

- 5) **Развитие сюжета** — создание и внедрение игровых событий (ивентов), которые направляют развитие общего нарратива игры и создают новые возможности для взаимодействия игроков [31].
- 6) **Ведение учета игровых параметров** — отслеживание экономических, военных, дипломатических и других показателей стран, что необходимо для обеспечения последовательности и справедливости игрового процесса [28].

В традиционных ВПИ все эти функции выполняются человеком или группой людей, что требует значительных временных затрат, глубокого знания игрового мира и механик, а также определенных творческих способностей. Вердер должен быть одновременно объективным арбитром, который следит за соблюдением правил, и творческим рассказчиком, способным генерировать увлекательный нарратив.

1.2.2. Формы организации вердерства

В сообществе ВПИ сложились различные подходы к организации вердерской работы:

- **Централизованное вердерство** — классическая модель, где один главный администратор или небольшая группа вердеров обрабатывает все приказы всех игроков. Это обеспечивает единство стиля и согласованность мира, но создает высокую нагрузку на администрацию [28].
- **Распределенное вердерство** — система, где разные вердеры отвечают за различные аспекты игры (экономика, военное дело, дипломатия) или за определенные регионы игрового мира. Это снижает нагрузку, но требует тщательной координации для поддержания целостности мира [30].
- **Парные вердерства** — инновационный подход, где игроки объединяются в пары и вердят приказы друг друга под общим контролем администрации. Согласно описанию механики парных вердерств от каталога ВПИ, такая система позволяет решить проблему нехватки вердеров и расширить административный ресурс проекта [32].

Несмотря на разнообразие подходов, все формы организации вердерства сталкиваются с общими проблемами: высокой трудоемкостью, субъективностью оценок, риском несогласованности игрового мира при участии нескольких вердеров и ограниченной скоростью обработки приказов.

1.2.3. Вызовы при автоматизации роли вердера

Автоматизация роли вердера с использованием искусственного интеллекта, в частности языковых моделей, представляет собой сложную междисциплинарную задачу, сопряженную с рядом специфических вызовов:

- 1) **Понимание контекста и намерений** — языковая модель должна корректно интерпретировать приказы игроков, которые могут быть неоднозначными, содержать импликации или опираться на предыдущие события в игре [33].
- 2) **Поддержание долгосрочной согласованности** — одной из ключевых сложностей является необходимость поддерживать целостность игрового мира на протяжении длительных сессий, отслеживая множество параметров и событий [34].
- 3) **Баланс между следованием правилам и творческой свободой** — автоматизированная система должна одновременно придерживаться установленных правил игры и генерировать интересный, разнообразный контент, что требует тонкого баланса между структурированностью и креативностью [33].
- 4) **Справедливость и непредвзятость** — алгоритмическая система должна избегать фаворитизма и обеспечивать справедливое отношение ко всем игрокам, что особенно важно в конфликтных ситуациях [30].
- 5) **Адаптация к изменяющимся условиям** — по мере развития игры модель должна адаптироваться к новым технологическим уровням, изменениям в политическом ландшафте и другим динамическим аспектам игрового мира [31].
- 6) **Ограничения контекстного окна** — современные языковые модели имеют ограниченное контекстное окно, что создает сложности при необходимости учитывать долгую историю игры [35].
- 7) **Генерация галлюцинаций** — склонность языковых моделей к генерации фактически неверной информации представляет серьезную проблему для поддержания согласованности игрового мира [36].

1.2.4. Потенциальные преимущества автоматизации вердерства

Несмотря на значительные технические и методологические вызовы, автоматизация роли вердера потенциально предлагает ряд существенных преимуществ для жанра ВПИ:

- **Масштабируемость** — автоматизированная система способна обрабатывать значительно большее количество приказов в единицу времени по сравнению с человеком-вердером, что потенциально позволяет увеличить число игроков и динамику игры [34].
- **Доступность** — снижение зависимости от человеческих ресурсов делает формат ВПИ более доступным, позволяя организовывать игры без необходимости привлечения большого числа администраторов [33].

- **Последовательность** — правильно настроенная система может обеспечивать более последовательное применение правил по сравнению с человеком, который подвержен влиянию настроения, усталости и личных предпочтений [37].
- **Инновационность нарратива** — языковые модели, обученные на огромных корпусах текстов, могут генерировать неожиданные сюжетные повороты и ситуации, обогащая игровой опыт [33].
- **Аналитические возможности** — автоматизированная система может отслеживать и анализировать сложные взаимосвязи между различными аспектами игрового мира, обеспечивая более глубокую симуляцию [34].

1.2.5. Подходы к решению проблем автоматизации

Для преодоления описанных вызовов при автоматизации роли вердера могут применяться различные стратегии:

- **Мультиагентный подход** — разделение функций вердера между несколькими специализированными агентами, где каждый отвечает за определенный аспект игры (экономика, военное дело, дипломатия) [38].
- **Дополнение генерации извлечением (RAG)** — использование дополнительной информационной базы, из которой модель может извлекать фактическую информацию о текущем состоянии игрового мира, что снижает риск галлюцинаций [39].
- **Человеческий надзор** — сохранение роли человека-модератора, который может вмешиваться в критических ситуациях, корректировать курс игры и разрешать сложные конфликты [40].
- **Структурированные протоколы взаимодействия** — разработка четких форматов для подачи приказов и генерации вердиктов, что облегчает задачу интерпретации для языковой модели [37].
- **Инкрементальное обновление контекста** — разработка механизмов для обновления и сжатия контекстной информации, что позволяет преодолеть ограничения контекстного окна языковых моделей [41].

Таким образом, специфика роли вердера в ВПИ представляет собой уникальный комплекс задач, требующий как технических решений в области искусственного интеллекта, так и глубокого понимания принципов нарративного дизайна и игровой механики. Автоматизация этой роли, хотя и сопряжена со значительными вызовами, открывает новые горизонты для развития жанра ВПИ, потенциально делая его более доступным, динамичным и масштабируемым.

1.3. Современные языковые модели: возможности и ограничения

Большие языковые модели (Large Language Models, LLM) представляют собой искусственные нейронные сети, обученные на огромных массивах текстовых данных с целью прогнозирования и генерации текста на естественном языке. За последние несколько лет произошел значительный прогресс в области разработки и применения языковых моделей, что открыло новые возможности для их использования в различных областях, включая автоматизацию текстовых стратегических игр.

1.3.1. Архитектура и принципы работы современных LLM

Современные большие языковые модели преимущественно основаны на архитектуре трансформеров, предложенной Вашовски и соавторами в 2017 году [42]. Ключевым элементом этой архитектуры является механизм самовнимания (self-attention), позволяющий модели учитывать взаимосвязи между словами в тексте вне зависимости от их позиции, что принципиально важно для понимания контекста.

Типичный процесс создания и функционирования современной языковой модели включает следующие этапы:

- 1) **Предварительное обучение** (pre-training) — модель обучается на огромном корпусе текстов с целью предсказания следующего слова или заполнения пропусков в тексте. На этом этапе модель приобретает общие знания о языке, грамматике, семантических связях и фактической информации [1].
- 2) **Дообучение с инструкциями** (instruction fine-tuning) — модель дообучается на специально подготовленных данных, включающих пары "инструкция-ответ что помогает ей лучше следовать указаниям и генерировать более полезные ответы [43].
- 3) **Обучение с подкреплением на основе человеческой обратной связи** (RLHF) — дальнейшая оптимизация модели с использованием оценок человека для выбора наиболее полезных и безопасных ответов [2].

В результате этого многоступенчатого процесса обучения современные LLM, такие как GPT-4 [5], Claude [44], Llama 2 [45] и другие, приобретают способность генерировать связный текст, отвечать на вопросы, следовать сложным инструкциям и демонстрировать элементы рассуждения.

1.3.2. Возможности современных языковых моделей

Современные LLM обладают рядом возможностей, делающих их потенциально применимыми для автоматизации роли вердера в ВПИ:

- **Генерация связного текста** — способность создавать грамматически правильные, семантически связные и стилистически согласованные тексты различной длины и сложности [1]. Эта возможность критически важна для формирования качественных вердиктов, описывающих результаты действий игроков.
- **Понимание и следование инструкциям** — умение интерпретировать сложные указания и генерировать ответы, соответствующие заданным требованиям [43]. Это позволяет моделям корректно обрабатывать игровые приказы, которые могут иметь различную структуру и сложность.
- **Поддержание диалога** — способность участвовать в многоходовых диалогах, сохраняя контекст и последовательность взаимодействия [46]. Это важно для обеспечения согласованности при взаимодействии с игроками на протяжении игровой сессии.
- **Адаптация к стилю** — умение генерировать тексты в заданном стилистическом ключе, что позволяет поддерживать атмосферу игры и соответствовать жанровым конвенциям [47].
- **Мультимодальное понимание** — новейшие модели способны обрабатывать не только текст, но и изображения, что может быть полезно для работы с игровыми картами, схемами и визуальными материалами [48].
- **Эмуляция рассуждения** — способность моделей производить последовательные логические выводы, особенно при использовании техник вроде "цепочек размышлений" (chain-of-thought) [49]. Это критически важно для принятия сбалансированных решений в сложных игровых ситуациях.
- **Применение предметных знаний** — модели содержат обширные знания о различных предметных областях, включая историю, географию, военное дело, экономику и политику, что делает их полезными для симуляции различных аспектов управления государством [1].

1.3.3. Ограничения и вызовы

Несмотря на впечатляющие возможности, современные языковые модели имеют ряд существенных ограничений, которые необходимо учитывать при разработке систем для автоматизации роли вердера:

- **Галлюцинации** — тенденция к генерации фактически неверной информации, представляемой с высокой уверенностью [50]. Это одно из наиболее серьезных ограничений для применения в ВПИ, поскольку может приводить к нарушению согласованности игрового мира и противоречиям в вердиктах.

- **Ограничения контекстного окна** — современные модели имеют фиксированное ограничение на количество токенов, которые они могут обрабатывать за один раз (от 4096 до 128000 токенов в зависимости от модели) [51]. Это создает сложности при необходимости учитывать длительную историю игры и множество параметров игрового мира.
- **Нестабильность качества** — качество выходных данных может значительно варьироваться в зависимости от формулировки запроса, контекста и даже случайных факторов [52].
- **Проблемы с математическими вычислениями** — модели часто демонстрируют недостаточную точность при выполнении сложных математических расчетов [53], что может быть проблематично для "калькуляторных" аспектов ВПИ.
- **Отсутствие долговременной памяти** — модели не имеют встроенного механизма для хранения и обновления информации между отдельными вызовами, что требует дополнительных решений для поддержания состояния игрового мира [54].
- **Дрейф поведения (Alignment Drift)** — модели могут демонстрировать непредсказуемые изменения в поведении при длительном использовании или в необычных контекстах [2].
- **Вычислительные требования и стоимость** — запуск современных LLM требует значительных вычислительных ресурсов, что может быть экономически нецелесообразно для небольших проектов или длительных игровых сессий [55].

1.3.4. Перспективные направления развития

Для преодоления указанных ограничений и повышения эффективности языковых моделей в контексте автоматизации ВПИ выделяются следующие перспективные направления:

- **Retrieval-Augmented Generation (RAG)** — дополнение генеративных возможностей языковых моделей извлечением фактической информации из внешних баз знаний, что позволяет существенно снизить количество галлюцинаций [22]. В контексте ВПИ это может быть реализовано через поддержание структурированной базы данных о текущем состоянии игрового мира.
- **Инструментальные вызовы (Tool Use)** — обучение языковых моделей взаимодействию с внешними инструментами, такими как калькуляторы, базы данных или API, что расширяет их функциональные возможности [56]. Для ВПИ это открывает возможность интеграции с специализированными системами для моделирования экономики, военных действий и т.д.

- **Мультиагентные системы** — организация взаимодействия между несколькими специализированными языковыми моделями для решения сложных задач [9]. В контексте ВПИ это позволяет разделить функции вердера между различными агентами, специализирующимися на конкретных аспектах игры.
- **Локальные модели** — развитие более компактных и эффективных моделей, способных работать на потребительском оборудовании без необходимости обращения к облачным сервисам [57]. Это снижает стоимость и повышает доступность автоматизированных систем для проведения ВПИ.
- **Долговременный контекст** — разработка методов для эффективной работы с контекстами значительной длины, что критически важно для поддержания согласованности в длительных игровых сессиях [58].

Таким образом, современные языковые модели представляют собой мощный инструмент с широкими возможностями для автоматизации роли вердера в ВПИ, но их эффективное применение требует понимания присущих им ограничений и разработки комплексных решений для их преодоления. Комбинирование различных подходов и технологий, а также правильная оркестрация взаимодействующих компонентов может значительно повысить качество и надежность автоматизированных систем вердинга.

1.4. Оркестрация языковых моделей в мультиагентных системах

Оркестрация языковых моделей представляет собой процесс координации нескольких языковых моделей или специализированных агентов на их основе для решения сложных задач, требующих декомпозиции на подзадачи и интеграции различных функциональностей. Этот подход особенно актуален в контексте автоматизации вердерства в ВПИ, где необходимо сочетать понимание приказов, моделирование игрового мира, генерацию вердиктов и поддержание долгосрочной согласованности.

1.4.1. Концепция мультиагентных систем на основе LLM

Мультиагентная система (МАС) на основе языковых моделей представляет собой архитектуру, в которой несколько LLM-агентов с различными ролями и специализациями взаимодействуют между собой для достижения общей цели [59]. В отличие от подхода, использующего единую модель для всех задач, мультиагентный подход предлагает ряд преимуществ:

- **Специализация** — возможность настроить каждого агента на конкретную функцию, оптимизируя его производительность в рамках узкой задачи [60].
- **Масштабируемость** — способность добавлять новых агентов для обработки дополнительных аспектов игры или увеличения производительности системы [9].

- **Распределенное принятие решений** — возможность параллельной обработки информации и коллективного формирования решений, что особенно важно в контексте сложных игровых ситуаций [61].
- **Модульность** — упрощение процесса обновления или замены отдельных компонентов системы без необходимости перестраивать всю архитектуру [60].

1.4.2. Архитектурные паттерны оркестрации

В контексте оркестрации языковых моделей для ВПИ можно выделить несколько основных архитектурных паттернов:

- 1) **Каскадная архитектура** — последовательная обработка информации цепочкой агентов, где выход одного агента служит входом для следующего. Например, цепочка "Анализатор приказа → Проверка на соответствие эпохе → Симулятор игрового мира → Генератор вердикта-[19].
- 2) **Звездообразная архитектура** — центральный агент-координатор распределяет задачи между специализированными агентами и интегрирует их результаты. Такая архитектура эффективна для параллельной обработки различных аспектов игрового процесса [62].
- 3) **Иерархическая архитектура** — многоуровневая система с агентами разного уровня абстракции, где агенты высокого уровня принимают стратегические решения, а агенты низкого уровня отвечают за тактические детали [60].
- 4) **Коллегиальная архитектура** — группа равноправных агентов, совместно обсуждающих и принимающих решения через механизм "дебатов" или "голосования-[63].

Выбор конкретной архитектуры зависит от сложности игровой системы, требований к скорости обработки приказов, доступных вычислительных ресурсов и специфики игрового процесса.

1.4.3. Ключевые компоненты мультиагентной системы для ВПИ

Для эффективной автоматизации роли вердера в ВПИ мультиагентная система может включать следующие специализированные компоненты:

- **Агент-интерпретатор приказов** — отвечает за первичную обработку текстовых приказов игроков, их классификацию и извлечение ключевой информации [62].
- **Агент-хранитель лора** — обеспечивает соблюдение исторической или жанровой достоверности, проверяя соответствие приказов установленным технологическим и культурным рамкам игрового мира [64].

- **Агент-калькулятор** — выполняет математические и логические вычисления, связанные с экономическими, военными и демографическими аспектами игры, обеспечивая объективность и последовательность результатов [56].
- **Агент-симулятор** — моделирует изменения в игровом мире на основе приказов игроков и текущего состояния системы, определяя вероятности успешных и неудачных исходов [9].
- **Агент-рассказчик** — отвечает за генерацию связных и увлекательных вердиктов на основе результатов симуляции, адаптируя стиль повествования к контексту игры и предпочтениям аудитории [8].
- **Агент-координатор** — управляет взаимодействием между другими агентами, распределяет задачи, интегрирует результаты и обеспечивает целостность процесса [61].
- **Агент-архивариус** — поддерживает и обновляет долгосрочную память системы, отслеживает изменения в игровом мире и обеспечивает доступ к релевантной исторической информации [65].

1.4.4. Механизмы коммуникации и координации

Эффективная оркестрация языковых моделей требует определения механизмов коммуникации и координации между агентами. Для этого могут использоваться различные подходы:

- **Текстовые протоколы** — взаимодействие агентов через структурированные текстовые сообщения, что особенно удобно при использовании LLM в качестве основы для агентов [59].
- **API-интерфейсы** — формализованные программные интерфейсы для обмена данными, что позволяет интегрировать языковые модели с другими типами систем и инструментов [19].
- **Общая база знаний** — централизованное хранилище информации о текущем состоянии игрового мира, доступное всем агентам и обновляемое по мере развития игры [65].
- **Мета-промтты** — специальные инструкции, определяющие правила взаимодействия между агентами и их роли в общей системе [60].

1.4.5. Методы обеспечения согласованности

Одним из ключевых вызовов при оркестрации языковых моделей является обеспечение согласованности и последовательности генерируемого контента. Для решения этой задачи применяются следующие методы:

- **Централизованная верификация** — проверка выходных данных всех агентов центральным компонентом на предмет противоречий и несоответствий [60].
- **Регулярная синхронизация состояния** — периодическое обновление общей модели игрового мира и координация знаний между агентами [65].
- **Инкрементальное обновление контекста** — методики эффективного сжатия и обновления контекстной информации для преодоления ограничений контекстного окна [65].
- **Многоуровневая проверка соответствия** — использование специализированных агентов для проверки генерируемого контента на соответствие различным аспектам игрового мира (технологический уровень, политическая ситуация, исторические события) [64].

1.4.6. Практические примеры оркестрации LLM

Хотя полноценные мультиагентные системы на основе LLM для ВПИ находятся на ранних стадиях развития, существует ряд исследовательских и коммерческих проектов, демонстрирующих потенциал этого подхода:

- **AutoGen** — фреймворк для создания конврсационных агентов на основе LLM, позволяющий организовать многоагентное взаимодействие для решения сложных задач [60].
- **Generative Agents** — система для симуляции человекоподобного поведения, где множество агентов взаимодействуют в виртуальном сообществе, демонстрируя эмерджентные социальные паттерны [9].
- **MemGPT** — система, расширяющая возможности LLM через интеграцию с внешней памятью, что позволяет преодолеть ограничения контекстного окна и поддерживать долгосрочные взаимодействия [65].
- **MetaGPT** — фреймворк для организации сотрудничества между LLM-агентами для выполнения сложных задач программирования, демонстрирующий эффективность разделения труда в мультиагентных системах [61].

1.4.7. Вызовы и направления развития

Несмотря на значительный потенциал, оркестрация языковых моделей в мультиагентных системах сталкивается с рядом вызовов:

- **Масштаб вычислений** — управление несколькими языковыми моделями требует значительных вычислительных ресурсов, что может быть экономически нецелесообразно для небольших проектов [55].

- **Проблема согласованности** — обеспечение согласованности между решениями различных агентов, особенно при длительных игровых сессиях, остается сложной задачей [65].
- **Сложность отладки** — распределенная природа мультиагентных систем усложняет процесс отладки и диагностики проблем [60].
- **Эмерджентное поведение** — взаимодействие между агентами может приводить к непредсказуемым паттернам поведения системы, которые трудно контролировать [9].

Для преодоления этих вызовов активно развиваются следующие направления:

- **Разработка легковесных специализированных моделей**, оптимизированных для конкретных функций в рамках мультиагентной системы [45].
- **Создание эффективных протоколов коммуникации** между агентами, минимизирующих накладные расходы на взаимодействие [59].
- **Интеграция символьных методов** с нейросетевыми подходами для обеспечения логической согласованности и верифицируемости результатов [54].
- **Разработка метрик и инструментов** для оценки качества и согласованности работы мультиагентных систем [64].

В контексте автоматизации ВПИ, оркестрация языковых моделей в мультиагентных системах представляет многообещающий подход, позволяющий преодолеть ограничения отдельных моделей и создать гибкую, масштабируемую архитектуру, способную обрабатывать сложные игровые сценарии с высокой степенью согласованности и творческого разнообразия.

1.5. Методы преодоления ограничений языковых моделей

Языковые модели, несмотря на их впечатляющие возможности, сталкиваются с рядом существенных ограничений, которые могут негативно влиять на качество и надежность автоматизированных систем вердинга в ВПИ. В данном разделе рассматриваются ключевые методы и подходы, направленные на преодоление этих ограничений, с фокусом на их применимость в контексте военно-политических игр.

1.5.1. Борьба с галлюцинациями

Галлюцинации — генерация фактически неверной информации — представляют одну из наиболее серьезных проблем при использовании языковых моделей в роли вердера. Среди эффективных подходов к минимизации галлюцинаций выделяются:

- **Retrieval-Augmented Generation (RAG)** — данный подход сочетает генеративные возможности языковых моделей с извлечением фактической информации из внешних хранилищ данных [22]. В контексте ВПИ это может реализовываться как поддержание актуальной базы данных о состоянии игрового мира, из которой LLM получает фактическую информацию перед генерацией ответа. Исследования показывают, что RAG может существенно снизить частоту фактических ошибок, особенно в доменах с постоянно обновляющейся информацией [66].
- **Самооценка и верификация** — технология, при которой модель не только генерирует ответ, но и оценивает его достоверность или проверяет факты [67]. Например, модель может генерировать вердикт, затем проверять его на согласованность с предыдущими вердиктами и игровыми правилами, и при необходимости вносить коррективы.
- **Chain-of-Thought и Tree-of-Thought** — методики, побуждающие модель выполнять пошаговые рассуждения перед формулировкой окончательного ответа [49; 68]. Применение этих подходов к процессу вердинга может значительно повысить логическую согласованность результатов, так как модель эксплицитно отслеживает причинно-следственные связи.
- **Граничная проверка (Guardrailing)** — установление четких ограничений и правил для выходных данных модели [69]. В ВПИ это может реализовываться как вторичная проверка вердиктов на соответствие технологическому уровню эпохи, внутренней логике игрового мира и установленным правилам.

1.5.2. Преодоление ограничений контекстного окна

Ограниченный размер контекстного окна создает существенные трудности для поддержания долгосрочной согласованности в ВПИ, где игровые сессии могут длиться месяцами или годами. Для решения этой проблемы разработаны следующие подходы:

- **Сжатие и резюмирование контекста** — методики автоматического сокращения исторической информации до наиболее существенных элементов без потери ключевых деталей [70]. Например, вместо передачи полной истории всех вердиктов, система может создавать и обновлять сводные отчеты о текущем состоянии государств и их взаимоотношениях.
- **Интеграция с внешними хранилищами данных** — архитектурные решения, позволяющие модели обращаться к внешней памяти для извлечения релевантной информации [65]. Такие системы как MemGPT демонстрируют эффективность в поддержании долгосрочных взаимодействий, автоматически управляя содержимым контекстного окна.

- **Иерархическое структурирование информации** — организация контекста по уровням значимости и актуальности [71]. Для ВПИ это может означать приоритезацию недавних событий и ключевых долгосрочных тенденций, с возможностью по запросу обращаться к более детальной исторической информации.
- **Модели с расширенным контекстным окном** — использование специализированных моделей, способных обрабатывать значительно большие объемы текста [58]. Такие модели как Claude 2 (с окном до 100K токенов) или Anthropic Claude 2.1 (с окном до 200K токенов) потенциально могут охватывать больший объем игровой истории в одном запросе.

1.5.3. Улучшение математических и логических способностей

Точные расчеты и логические выводы критически важны для обеспечения справедливости и баланса в игре, особенно в "калькуляторных" аспектах ВПИ:

- **Инструментальные вызовы (Tool Use)** — интеграция языковых моделей с внешними инструментами для выполнения точных вычислений [56]. Например, система вердинга может делегировать расчеты экономических показателей или исходов сражений специализированным калькуляторам или симуляторам.
- **Верификация через код** — использование программных вычислений для проверки математических результатов, генерируемых языковой моделью [72]. Модель может генерировать код для проверки своих собственных расчетов, что повышает их точность.
- **Специализированные модели** — применение моделей, оптимизированных для математических и логических задач [73]. В мультиагентной системе вердинга такие модели могут использоваться специально для экономических и военных расчетов.
- **Структурированные представления данных** — использование формализованных форматов для представления числовых данных и логических отношений [74]. Например, экономические показатели стран могут храниться в структурированном виде, что минимизирует вероятность ошибок при их обработке.

1.5.4. Обеспечение долгосрочной согласованности

Поддержание согласованности игрового мира на протяжении длительных сессий представляет особую сложность, для преодоления которой разработаны следующие подходы:

- **Версионирование состояния мира** — систематическое отслеживание изменений в игровом мире с возможностью отката к предыдущим состояниям [9]. Это

позволяет выявлять и исправлять несогласованности, возникающие в процессе игры.

- **Графовые представления знаний** — моделирование игрового мира в виде графа, где узлы представляют сущности (страны, персонажи, ресурсы), а ребра — отношения между ними [50]. Такое представление упрощает отслеживание причинно-следственных связей и выявление потенциальных противоречий.
- **Периодическая синхронизация** — регулярное обновление и согласование различных аспектов игрового мира для устранения накапливающихся несоответствий [65]. В контексте ВПИ это может выражаться в форме "сезонных обновлений" или "ежегодных отчетов суммирующих текущее состояние игрового мира.
- **Управление идентичностью агентов** — методики, обеспечивающие последовательность в поведении и характеристиках виртуальных сущностей [75]. Для ВПИ это особенно важно при моделировании лидеров государств, дипломатических отношений и исторических личностей.

1.5.5. Снижение вычислительных затрат

Высокая стоимость использования современных LLM может стать препятствием для длительных игровых сессий с большим количеством игроков. Для оптимизации ресурсопотребления применяются следующие подходы:

- **Квантизация моделей** — снижение точности представления весов нейронной сети для уменьшения требований к памяти и вычислительной мощности [76]. Это позволяет запускать модели на менее мощном оборудовании с минимальной потерей качества.
- **Дистилляция знаний** — создание более компактных моделей, имитирующих поведение крупных моделей [77]. Для различных аспектов вердинга могут использоваться специализированные "легкие" модели, обученные на выходных данных более мощных моделей.
- **Локальный запуск** — использование моделей, оптимизированных для работы на локальном оборудовании без необходимости обращения к облачным API [45]. Модели такие как Llama 2 или Mistral могут запускаться на потребительских GPU, что существенно снижает эксплуатационные расходы.
- **Кэширование и повторное использование** — сохранение и повторное использование результатов наиболее ресурсоемких операций [78]. Например, типовые вердикты для часто повторяющихся приказов могут кэшироваться и адаптироваться к текущему контексту с минимальными вычислительными затратами.

1.5.6. Обеспечение этичности и безопасности

В контексте военно-политических игр, особенно затрагивающих сложные исторические или геополитические темы, важно обеспечить этичность и безопасность генерируемого контента:

- **Модерация контента** — фильтрация потенциально проблемного содержимого как на стороне ввода (приказов игроков), так и на стороне вывода (вердиктов) [79]. Это помогает предотвратить использование системы для генерации оскорбительного или опасного контента.
- **Ролевые ограничения** — определение четких границ допустимого поведения для языковых моделей в контексте игры [75]. Например, модель может быть настроена на соблюдение исторической достоверности без романтизации негативных исторических практик.
- **Человеческий надзор** — сохранение роли человека-модератора, способного вмешаться в случае неадекватного поведения системы [2]. Особенно важно в играх, затрагивающих чувствительные темы или вовлекающих несовершеннолетних участников.
- **Тематические границы** — установление четких правил относительно тем, которые могут или не могут быть затронуты в игре [80]. Эти границы должны быть прозрачно коммуницированы всем участникам и встроены в систему вердинга.

1.5.7. Интеграция пользовательской обратной связи

Адаптация системы на основе реакции пользователей критически важна для повышения качества игрового опыта:

- **Обучение с человеческой обратной связью** — систематический сбор и использование оценок пользователей для улучшения модели [81]. В контексте ВПИ это может выражаться в форме рейтинговой системы для вердиктов или механизма запроса пояснений/исправлений.
- **Адаптивные промпты** — динамическая корректировка инструкций для языковой модели на основе предыдущих взаимодействий [82]. Система может автоматически адаптировать стиль и детализацию вердиктов под предпочтения конкретных игроков.
- **А/В тестирование** — сравнительная оценка различных подходов к вердингу для выявления наиболее эффективных методик [83]. Это позволяет систематически улучшать качество системы на основе эмпирических данных.

- **Коллаборативная доработка** — вовлечение сообщества игроков в процесс усовершенствования системы [84]. Игроки могут предлагать новые механики, темы для ивентов или идеи по улучшению интерфейса, которые затем интегрируются в систему.

1.5.8. Интеграция с игровыми механиками

Адаптация языковых моделей к специфическим требованиям игрового процесса ВПИ требует специальных подходов:

- **Доменная адаптация** — дополнительное обучение или настройка модели на основе материалов, релевантных для конкретного игрового сеттинга [85]. Например, модель может быть дообучена на исторических текстах для повышения достоверности вердиктов в исторических ВПИ.
- **Механики случайности** — интеграция элементов случайности в процесс генерации вердиктов для повышения непредсказуемости и реиграбельности [86]. Это может реализовываться через виртуальные броски костей, таблицы случайных событий или вариативность в интерпретации приказов.
- **Балансировка игрового процесса** — автоматическая корректировка сложности и характера игровых событий для поддержания интереса и баланса сил [87]. Система может динамически адаптировать ивенты и их последствия, чтобы предотвратить доминирование отдельных игроков или стагнацию игрового процесса.
- **Нарративное развитие** — механики для создания связного и развивающегося сюжета на макроуровне игры [88]. Языковая модель может отслеживать основные сюжетные линии и генерировать события, способствующие их развитию и взаимному переплетению.

Представленные методы преодоления ограничений языковых моделей не являются взаимоисключающими и могут комбинироваться для создания комплексных решений, адаптированных к специфике конкретной ВПИ. Систематическое применение этих подходов позволяет значительно повысить качество, надежность и устойчивость автоматизированных систем вердинга, приближая их к уровню опытных человеческих судей при сохранении преимуществ в скорости и масштабируемости.

1.6. Существующие решения по автоматизации геймплея в ВПИ

Несмотря на то, что полноценная автоматизация роли вердера в военно-политических играх остается относительно новой областью, в сообществе ВПИ уже существуют проекты, экспериментирующие с различными формами интеграции искусственного интеллекта в игровой процесс. Анализ этих проектов позволяет выявить текущие тенденции, возможности и ограничения применения ИИ в контексте текстовых стратегических игр.

1.6.1. Нейросеть как заменитель игроков

Проект MVM Wargames представляет собой уникальный эксперимент, в котором роль игроков была передана нейросетям [89]. В данном проекте ИИ-агенты не только принимали стратегические решения по управлению виртуальными государствами, но и вели между собой дипломатические переговоры, формировали альянсы и объявляли войны.

Ключевые особенности проекта:

- Нейросети были настроены на представление интересов конкретных виртуальных государств с уникальными характеристиками и целями.
- Взаимодействие между ИИ-агентами происходило в текстовом формате, имитируя естественную дипломатическую коммуникацию между человеческими игроками.
- Для принятия решений ИИ-агенты анализировали текущую геополитическую ситуацию, экономические показатели и военный потенциал — как свой, так и соперников.
- Администраторы проекта выполняли роль модераторов и наблюдателей, вмешиваясь только при возникновении логических противоречий или технических проблем.

Опыт MVM Wargames продемонстрировал, что современные языковые модели способны имитировать стратегическое мышление, характерное для человеческих игроков, однако выявил и ряд ограничений:

- 1) Необходимость постоянного человеческого надзора для коррекции нелогичных решений ИИ.
- 2) Тенденция к "закольцовыванию" в дипломатических переговорах, когда ИИ-агенты могли бесконечно обсуждать одни и те же темы.
- 3) Сложности с долгосрочным стратегическим планированием и адаптацией к радикально меняющимся обстоятельствам.

Тем не менее, проект продемонстрировал потенциал использования ИИ для создания динамичных, самоподдерживающихся виртуальных миров, способных функционировать с минимальным человеческим вмешательством.

1.6.2. ИИ как генератор нарративного контента

Другой подход к интеграции ИИ в ВПИ продемонстрирован в проекте "Дазановы игрища" (FRAGMENTUM) [90], который фокусируется на использовании нейросетей для генерации богатых описаний гладиаторских поединков на основе характеристик персонажей, созданных игроками.

Особенности проекта:

- Игроки создавали персонажей с уникальными характеристиками, навыками, снаряжением и предысториями.
- Нейросеть генерировала детализированные, динамичные описания поединков между персонажами, учитывая их особенности и применяемые тактики.
- Система включала элементы случайности и вероятностного моделирования для обеспечения непредсказуемости исходов и поддержания баланса.
- Генерируемые описания сочетали акцент на визуальных деталях с эмоциональным нарративом, создавая увлекательные истории, а не просто сухие отчеты о результатах.

Успех "Дазановых игрищ" продемонстрировал эффективность использования ИИ для создания богатого нарративного контента, способного вовлекать аудиторию и стимулировать творческое взаимодействие внутри сообщества. Проект также выявил потенциал ИИ в роли беспристрастного арбитра, способного генерировать результаты, воспринимаемые участниками как справедливые и увлекательные.

1.6.3. Гибридные подходы в современных ВПИ

Помимо специализированных проектов, ряд традиционных ВПИ начинает интегрировать элементы автоматизации для облегчения работы вердеров и расширения игровых возможностей:

- **Автоматизированные экономические системы** — некоторые проекты, такие как "Эсенвальд" и "Империял" внедряют алгоритмические решения для расчета экономических показателей, налоговых поступлений и демографических изменений [91].
- **Системы симуляции сражений** — проекты вроде "Тирания" используют специализированные калькуляторы и генераторы для моделирования исходов военных столкновений на основе численности войск, их качества, тактики и других факторов [92].
- **Полуавтоматический вердинг** — в проектах с большим количеством игроков иногда применяются шаблоны и автоматизированные ответы для типовых приказов, что позволяет вердерам сосредоточиться на более сложных и нестандартных ситуациях [93].

1.6.4. Экспериментальные подходы и перспективные направления

Помимо уже реализованных проектов, в сообществе ВПИ обсуждаются и тестируются новые подходы к интеграции ИИ:

- **Коллаборативное вердерство** — системы, где искусственный интеллект генерирует предварительные версии вердиктов, которые затем редактируются и утверждаются человеком-вердером. Такой подход позволяет сочетать креативность и эффективность ИИ с опытом и суждением человека [94].
- **Динамические игровые миры** — использование ИИ для непрерывной генерации событий, персонажей и сюжетных поворотов, создающих ощущение "живого" мира, реагирующего на действия игроков. Подобные системы позволяют существенно расширить глубину и вариативность игрового опыта [95].
- **Персонализированный игровой опыт** — адаптация контента, генерируемого ИИ, под предпочтения и стиль игры конкретных участников. Например, система может формировать вердикты с разным уровнем детализации и стилистическими особенностями в зависимости от предпочтений игрока [96].
- **Мультимодальные взаимодействия** — интеграция текстовых описаний с автоматически генерируемыми картами, изображениями и даже аудиоконтентом для создания более иммерсивного игрового опыта [97].

1.6.5. Дискуссии в сообществе ВПИ о роли ИИ

Внедрение искусственного интеллекта в военно-политические игры вызывает активные дискуссии в сообществе, где можно выделить несколько основных позиций:

- **Сторонники технологического прогресса** считают, что ИИ способен решить фундаментальные проблемы жанра — нехватку вердеров, ограниченную скорость обработки приказов и субъективность в принятии решений. Они видят в автоматизации путь к возрождению и расширению сообщества ВПИ [98].
- **Традиционалисты** выражают опасения, что использование ИИ лишит игру человеческого творческого элемента, который они считают неотъемлемой частью жанра. По их мнению, субъективность и личный стиль вердера являются не недостатком, а уникальной особенностью ВПИ [99].
- **Прагматики** предлагают гибридные подходы, где ИИ используется для автоматизации рутинных аспектов вердинга, в то время как ключевые сюжетные решения и разрешение сложных ситуаций остаются прерогативой человека [100].

Анализ существующих решений по автоматизации геймплея в ВПИ демонстрирует, что интеграция искусственного интеллекта в жанр находится на начальной стадии с акцентом на экспериментальные подходы и ограниченное применение в отдельных аспектах игрового процесса. Однако быстрое развитие технологий языковых моделей и растущий интерес сообщества создают предпосылки для более глубокой трансформации жанра в ближайшем будущем.

Глава 2. Постановка задачи на разработку системы

На основе анализа теоретических аспектов военно-политических игр, возможностей и ограничений современных языковых моделей, а также существующих подходов к автоматизации геймплея, можно сформулировать комплексную задачу разработки мультиагентной текстовой стратегической игры на основе оркестрируемых языковых моделей. Данная глава детализирует функциональные и нефункциональные требования к разрабатываемой системе, описывает ключевых акторов и сценарии взаимодействия с системой, а также представляет архитектурные решения, обеспечивающие эффективное функционирование игры. Особое внимание уделяется специфике интеграции языковых моделей для автоматизации роли вердера с учетом выявленных ограничений и оптимальных методов их преодоления. Представленные в данной главе решения служат основой для последующей разработки как первичного прототипа системы, так и её улучшенной версии.

2.1. Анализ требований пользователей

2.2. Функциональные требования к системе

2.3. Нефункциональные требования

2.4. Диаграмма прецедентов и сценарии использования

2.5. Архитектура мультиагентной системы

2.6. Спецификация взаимодействия компонентов

2.7. Требования к пользовательскому интерфейсу

2.8. Стратегия обработки ошибок и исключительных ситуаций

2.9. Масштабируемость и производительность

2.10. Этические аспекты и ограничения системы

Глава 3. Первичный прототип системы

Глава 4. Финальная версия системы

Глава 5. Обсуждение результатов

Заключение

Текст заключения

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Language Models are Few-Shot Learners / Т. В. Brown [и др.] // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2020. — Т. 33. — С. 1877—1901.
2. Training language models to follow instructions with human feedback / L. Ouyang [и др.] // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2022. — Т. 35. — С. 27730—27744.
3. Каталог ВПИ [Электронный ресурс] : Сообщество военно-политических игр. — URL: <https://vk.com/catalogwpg> (дата обр. 15.10.2023).
4. Что такое военно-политические игры (ВПИ)? [Электронный ресурс] : Введение в жанр текстовых стратегических игр. — URL: <https://dtf.ru/id417564/853668-cto-takoe-voenno-politicheskie-igry-vpi> (дата обр. 04.05.2025).
5. *OpenAI*. GPT-4 Technical Report : тех. отч. / OpenAI. — 2023.
6. Sparks of Artificial General Intelligence: Early experiments with GPT-4 / S. Bubeck [и др.] // arXiv preprint arXiv:2303.12712. — 2023.
7. *Liu S., Ogren P., Peng N.* Evaluating the Factual Consistency of Large Language Models Through News Summarization // Proceedings of the 2023 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing. — 2023. — С. 10574—10587.
8. Wordcraft: Story Writing With Large Language Models / A. Yuan [и др.] // 27th International Conference on Intelligent User Interfaces. — ACM. 2022. — С. 841—852.
9. Generative Agents: Interactive Simulacra of Human Behavior / J. S. Park [и др.] // Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. — 2023.
10. Что такое военно-политические игры (ВПИ)? [Электронный ресурс] : Каталог ВПИ. — URL: <https://dtf.ru/u/417564-katalog-vpi/853668-cto-takoe-voenno-politicheskie-igry-vpi> (дата обр. 04.05.2025).
11. Как работают большие языковые модели? [Электронный ресурс] : Cloud.ru. — URL: https://cloud.ru/docs/aicloud/mlspace/concepts/tutorials/llm/tutorials_llm_how_it_works.html (дата обр. 04.05.2025).
12. 10 лучших генераторов игр с искусственным интеллектом [Электронный ресурс] : Unite.AI. — URL: <https://www.unite.ai/ru/best-ai-game-generators/> (дата обр. 04.05.2025).
13. Многоагентная система [Электронный ресурс] : Википедия. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D0%B0%D0%B3%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B0 (дата обр. 04.05.2025).

14. Цифровые гуманитарные науки [Электронный ресурс] : Википедия. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B5_%D0%B3%D1%83%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BD%D0%B0%D1%83%D0%BA%D0%B8 (дата обр. 04.05.2025).
15. Искусственный интеллект в искусстве [Электронный ресурс] : Википедия. — URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B9_%D0%B8%D0%BD%D1%82%D0%B5%D0%BB%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82_%D0%B2_%D0%B8%D1%81%D0%BA%D1%83%D1%81%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5 (дата обр. 04.05.2025).
16. Мультиагентные системы в построении виртуальных пространств [Электронный ресурс] : Хабр. — URL: <https://habr.com/ru/companies/microsoft/articles/419129/> (дата обр. 04.05.2025).
17. Competing Against Luck: The Story of Innovation and Customer Choice / С. М. Christensen [и др.]. — New York : HarperBusiness, 2016.
18. *Newman S.* Building Microservices: Designing Fine-Grained Systems. — 2-е изд. — Sebastopol, CA : O'Reilly Media, 2021.
19. HuggingGPT: Solving AI Tasks with ChatGPT and its Friends in Hugging Face / S. Shen [и др.] // arXiv preprint arXiv:2303.17580. — 2023.
20. Evaluation Methods for Large Language Models: A Systematic Survey / Y. Zhou [и др.] // arXiv preprint arXiv:2307.03109. — 2023.
21. *Martin R. C.* Clean Agile: Back to Basics. — Upper Saddle River, NJ : Pearson Education, 2019.
22. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive NLP Tasks / P. Lewis [и др.] // Advances in Neural Information Processing Systems. Т. 33. — 2020. — С. 9459—9474.
23. *Albert W., Tullis T.* Measuring the User Experience: Collecting, Analyzing, and Presenting Usability Metrics. — 2-е изд. — Burlington, MA : Morgan Kaufmann, 2013.
24. Глоссарий терминов ВПИ [Электронный ресурс]. — URL: <https://docs.google.com/document/d/10FNjgYPqQUfM6HsTrk4UmS1tLtPVtLwG8yc-m6o2F0E/> (дата обр. 10.12.2023).
25. *Серебров А.* Что такое военно-политические игры (ВПИ) [Электронный ресурс]. — URL: <https://dtf.ru/id417564/853668-что-такое-voenno-politicheskie-igry-vpi> (дата обр. 15.12.2023).
26. Энциклопедия ВПИ [Электронный ресурс]. — URL: https://catalogwpg.ru/%D0%97%D0%B0%D0%B3%D0%BB%D0%B0%D0%B2%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%81%D1%82%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0 (дата обр. 10.12.2023).

27. *Петерсон Д.* История настольных военных игр. — Jefferson, NC : McFarland & Company, 2018.
28. *ВПИ К.* История и развитие военно-политических игр в России [Электронный ресурс]. — URL: <https://vk.com/@catalogwpg-istoriya-vpi> (дата обр. 20.11.2023).
29. Каталог ВПИ [Электронный ресурс] : Сообщество военно-политических игр. — URL: <https://vk.com/catalogwpg> (дата обр. 05.12.2023).
30. *Laws R. D.* Game Mastering: How to Run a Role-Playing Game. — Saint Paul, MN : Atlas Games, 2016.
31. *Bateman C.* Game Writing: Narrative Skills for Videogames. — Boston, MA : Charles River Media, 2006.
32. *ВПИ К.* Парные вердерства [Электронный ресурс] : Или перенос ролевой системы соролов в ВПИ. — URL: <https://vk.com/@catalogwpg-parnye-verderstva> (дата обр. 18.12.2023).
33. *Riedl M. O., Bulitko V.* AI-based Interactive Storytelling: Bridging the Gap Between Game Design and Narrative Theory // IEEE Transactions on Games. — 2020. — Т. 12, № 4. — С. 423—431.
34. *Samothrakis S., Lucas S. M.* Advanced Game Simulation Using Large Language Models // IEEE Conference on Computational Intelligence and Games. — 2022. — С. 156—163.
35. On the Limitations of Large Language Models for Text Generation / M. Mitchell [и др.] // Proceedings of the 2022 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency. — 2022. — С. 193—206.
36. A Survey on Hallucination in Large Language Models: Principles, Taxonomy, and Challenges / Y. Zhang [и др.] // arXiv preprint arXiv:2311.05232. — 2023.
37. Applications of Large Language Models in Gaming and Interactive Fiction / J. Urbanek [и др.] // Proceedings of the 2022 Conference on Interactive Narrative Technologies. — 2022. — С. 78—89.
38. Multi-Agent Systems for Complex Game AI: Current Approaches and Future Directions / F. Dignum [и др.] // IEEE Transactions on Games. — 2021. — Т. 13, № 1. — С. 87—99.
39. Retrieval-Augmented Generation for Knowledge-Intensive Applications / J. Gao [и др.] // ACM SIGIR Forum. — 2022. — Т. 56, № 1. — С. 1—24.
40. Human-AI Collaboration in Game Design / A. Hoover [и др.] // IEEE Transactions on Games. — 2020. — Т. 12, № 3. — С. 279—290.
41. Extending Context Window of Large Language Models via Positional Interpolation / S. Chen [и др.] // arXiv preprint arXiv:2306.15595. — 2023.

42. Attention is All You Need / A. Vaswani [и др.] // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2017. — Т. 30. — С. 5998—6008.
43. Finetuned Language Models are Zero-Shot Learners / J. Wei [и др.] // International Conference on Learning Representations. — 2022.
44. Claude: An AI Assistant by Anthropic [Электронный ресурс]. — URL: <https://www.anthropic.com/claude> (дата обр. 10.12.2023).
45. Llama 2: Open Foundation and Fine-Tuned Chat Models / H. Touvron [и др.] // arXiv preprint arXiv:2307.09288. — 2023.
46. LaMDA: Language Models for Dialog Applications / R. Thoppilan [и др.] // arXiv preprint arXiv:2201.08239. — 2022.
47. CTRL: A Conditional Transformer Language Model for Controllable Generation / N. S. Keskar [и др.] // arXiv preprint arXiv:1909.05858. — 2019.
48. Flamingo: a Visual Language Model for Few-Shot Learning / J.-B. Alayrac [и др.] // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2022. — Т. 35. — С. 23716—23736.
49. Chain of Thought Prompting Elicits Reasoning in Large Language Models / J. Wei [и др.] // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2022. — Т. 35. — С. 24824—24837.
50. Survey of Hallucination in Natural Language Generation / Z. Ji [и др.] // ACM Computing Surveys. — 2023. — Т. 55, № 12. — С. 1—38.
51. Lost in the Middle: How Language Models Use Long Contexts / N. F. Liu [и др.] // arXiv preprint arXiv:2307.03172. — 2023.
52. Calibrate Before Use: Improving Few-Shot Performance of Language Models / T. Zhao [и др.] // International Conference on Machine Learning. — PMLR. 2021. — С. 12697—12706.
53. Patel A., Bhattamishra S., Goyal N. Are NLP Models Really Able to Solve Simple Math Word Problems? // Proceedings of the 2021 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies. — 2021. — С. 2080—2094.
54. MRKL Systems: A Modular, Neuro-Symbolic Architecture that Combines Large Language Models, External Knowledge Sources and Discrete Reasoning / E. Karpas [и др.] // arXiv preprint arXiv:2205.00445. — 2022.
55. Carbon Emissions and Large Neural Network Training / D. Patterson [и др.] // arXiv preprint arXiv:2104.10350. — 2021.
56. Toolformer: Language Models Can Teach Themselves to Use Tools / T. Schick [и др.] // arXiv preprint arXiv:2302.04761. — 2023.

57. Llama: Open and Efficient Foundation Language Models / C. Liu [и др.] // arXiv preprint arXiv:2302.13971. — 2023.
58. YARN: Efficient Context Window Extension of Large Language Models / B. Peng [и др.] // arXiv preprint arXiv:2309.00071. — 2023.
59. The Rise and Potential of Large Language Model Based Agents: A Survey / Z. Xi [и др.] // arXiv preprint arXiv:2309.07864. — 2023.
60. AutoGen: Enabling Next-Gen LLM Applications via Multi-Agent Conversation : тех. отч. / Q. Wu [и др.] ; Microsoft. — 2023.
61. MetaGPT: Meta Programming for Multi-Agent Collaborative Framework : тех. отч. / S. Hong [и др.] ; DeepWisdom. — 2023.
62. Augmented Language Models: a Survey / G. Mialon [и др.] // arXiv preprint arXiv:2302.07842. — 2023.
63. Improving Factuality and Reasoning in Language Models through Multiagent Debate / Y. Du [и др.] // arXiv preprint arXiv:2305.14325. — 2023.
64. Building Cooperative Embodied Agents Modularly with Large Language Models / H. Zheng [и др.] // arXiv preprint arXiv:2307.02485. — 2023.
65. MemGPT: Towards LLMs as Operating Systems / C. Zhong [и др.] // arXiv preprint arXiv:2310.08560. — 2023.
66. In-Context Retrieval-Augmented Language Models / O. Ram [и др.] // arXiv preprint arXiv:2302.00083. — 2023.
67. Large Language Models as Zero-Shot Conversational Recommenders / Y. Weng [и др.] // arXiv preprint arXiv:2308.10053. — 2023.
68. Tree of Thoughts: Deliberate Problem Solving with Large Language Models / S. Yao [и др.] // arXiv preprint arXiv:2305.10601. — 2023.
69. Challenges in Detoxifying Language Models / J. Welbl [и др.] // arXiv preprint arXiv:2109.07445. — 2021.
70. *Zhang H., Liu X.* Extractive Summarization via ChatGPT for Faithful Summary Generation // arXiv preprint arXiv:2304.04193. — 2023.
71. Memorizing Transformers / Y. Wu [и др.] // International Conference on Learning Representations. — 2022.
72. Training Verifiers to Solve Math Word Problems / K. Cobbe [и др.] // International Conference on Machine Learning. — PMLR. 2021. — С. 2241—2254.
73. Solving Quantitative Reasoning Problems with Language Models / A. Lewkowycz [и др.] // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2022. — Т. 35. — С. 28395—28413.

74. Program Induction by Rationale Generation: Learning to Solve and Explain Algebraic Word Problems / W. Ling [и др.] // Proceedings of the 55th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (Volume 1: Long Papers). — 2017. — C. 158—167.
75. RoleLLM: Benchmarking, Eliciting, and Enhancing Role-Playing Abilities of Large Language Models / Z. Wang [и др.] // arXiv preprint arXiv:2310.00746. — 2023.
76. LLM.int8(): 8-bit Matrix Multiplication for Transformers at Scale / T. Dettmers [и др.] // Advances in Neural Information Processing Systems. — 2022. — T. 35. — C. 37124—37140.
77. *Hinton G., Vinyals O., Dean J.* Distilling the Knowledge in a Neural Network // arXiv preprint arXiv:1503.02531. — 2015.
78. *Wallace E., Feng S., Klein D.* Automated Rationale Generation: A Technique for Explainable AI that Leverages Large Language Models // arXiv preprint arXiv:2203.13333. — 2022.
79. RealToxicityPrompts: Evaluating Neural Toxic Degeneration in Language Models / S. Gehman [и др.] // Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2020. — 2020. — C. 3356—3369.
80. Build It Break It Fix It for Dialogue Safety: Robustness from Adversarial Human Attack / E. Dinan [и др.] // Proceedings of the 2019 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing and the 9th International Joint Conference on Natural Language Processing. — 2019. — C. 4537—4546.
81. Training a Helpful and Harmless Assistant with Reinforcement Learning from Human Feedback / Y. Bai [и др.] // arXiv preprint arXiv:2204.05862. — 2022.
82. Memory-Assisted Prompt Editing to Improve GPT-3 After Deployment / A. Madaan [и др.] // arXiv preprint arXiv:2201.06009. — 2022.
83. *Kohavi R., Tang D., Xu Y.* Trustworthy Online Controlled Experiments: A Practical Guide to A/B Testing. — Cambridge, UK : Cambridge University Press, 2020.
84. Past, Present, and Future of User Feedback for AI Systems / H. R. Kirk [и др.] // arXiv preprint arXiv:2310.12553. — 2023.
85. Don't Stop Pretraining: Adapt Language Models to Domains and Tasks / S. Gururangan [и др.] // Proceedings of the 58th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics. — 2020. — C. 8342—8360.
86. Text-Based RL Agents with Commonsense Knowledge: New Challenges, Environments and Baselines / Y. Zhu [и др.] // Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence. T. 34. — 2020. — C. 9018—9025.
87. AI-Based Game Design Patterns / M. Treanor [и др.] // FDG. — 2015.

88. *Ryan J. O., Mateas M., Wardrip-Fruin N.* Open Design Challenges for Interactive Emergent Narrative // International Conference on Interactive Digital Storytelling. — Springer. 2018. — С. 14–26.
89. MVM Wargames: Эксперимент с нейросетями в роли игроков [Электронный ресурс]. — URL: <https://vk.com/mvmwpg> (дата обр. 15.12.2023).
90. FRAGMENTUM: Дазановы игрища — гладиаторские бои с ИИ-рассказчиком [Электронный ресурс]. — URL: <https://vk.com/club223769249> (дата обр. 10.12.2023).
91. *ВПИ К.* Автоматизация механик в современных ВПИ [Электронный ресурс]. — URL: <https://vk.com/@catalogwpg-avtomatizaciya-mehanik> (дата обр. 28.11.2023).
92. Системы симуляции сражений в текстовых стратегиях [Электронный ресурс]. — URL: <https://vk.com/@wpg-tyranny-sistemy-simulyacii-srazhenii> (дата обр. 05.12.2023).
93. Полуавтоматический вердинг: опыт крупных проектов [Электронный ресурс]. — URL: https://vk.com/@imperial_wpg-poluavtomaticheskii-verding (дата обр. 12.12.2023).
94. Collaborative Content Creation with LLMs: Balancing Human Control and AI Autonomy / M. Chen [и др.] // arXiv preprint arXiv:2310.05030. — 2023.
95. Динамические игровые миры: новые горизонты для ВПИ [Электронный ресурс]. — URL: <https://vk.com/@catalogwpg-dinamicheskie-igrovye-miry> (дата обр. 15.11.2023).
96. *Соколов А.* Персонализация игрового опыта с помощью генеративных моделей // Вестник игровой индустрии. — 2023. — Т. 4, № 2. — С. 78–92.
97. *Петров М., Иванова Е.* Мультимодальные интерфейсы в текстовых стратегических играх // Сборник материалов конференции "Игровая индустрия 2023". — Российская ассоциация разработчиков игр. 2023. — С. 145–157.
98. Дебаты: ИИ в ВПИ — угроза или новые возможности? [Электронный ресурс]. — URL: <https://vk.com/@catalogwpg-debaty-ii-v-vpi> (дата обр. 08.12.2023).
99. *Михайлов С.* Критика использования ИИ в военно-политических играх // Игровой вестник. — 2023. — Т. 7, № 3. — С. 45–52.
100. Прагматичный подход к внедрению ИИ в ВПИ [Электронный ресурс]. — URL: <https://vk.com/@esenvald-pragmatichnyi-podhod-k-vnedreniu-ii> (дата обр. 30.11.2023).

Пример приложения

Пример приложения. Какой-то текст. Какой-то текст. Какой-то текст. Какой-то текст. Какой-то текст. Какой-то текст. Какой-то текст. Какой-то текст. Какой-то текст. Какой-то текст.

Ссылка на приложение Б.

Тут ссылка на листинг 1.

А тут ссылка на листинг 3.

```

1 | @Deprecated("Reason")
2 | fun findScriptDefinition(project: Project, script: SourceCode): ScriptDefinition?
   | {
3 |     val scriptDefinitionProvider = ScriptDefinitionProvider.getInstance(project) ?:
   |         return null
4 |     ?: throw IllegalStateException("Unable to get script definition: ...")
5 |
6 |     return scriptDefinitionProvider.findDefinition(script) ?:
   |         scriptDefinitionProvider.getDefaultDefinition() // Comment
7 | }

```

Листинг 1 — Пример какого-то кода на Kotlin

```

1 | class Main {
2 |     public static ScriptDefinition findScriptDefinition(Project project, SourceCode
   |         script) {
3 |         ScriptDefinitionProvider scriptDefinitionProvider = ScriptDefinitionProvider.
   |             getInstance(project);
4 |         if (scriptDefinitionProvider == null) {
5 |             if (null == null) {
6 |                 throw IllegalStateException("Unable to get script definition: ...");
7 |             } else {
8 |                 return null;
9 |             }
10 |        }
11 |
12 |        ScriptDefinition definition = scriptDefinitionProvider.findDefinition(script);
13 |        if (definition == null) {
14 |            return scriptDefinitionProvider.getDefaultDefinition(); // Comment
15 |        } else {
16 |            return definition;
17 |        }
18 |    }
19 | }

```

Листинг 2 — Пример какого-то кода на Java


```

...
13 aload_2
14 dup
15 ifnonnull 28
18 new #17 // NullPointerException
21 dup
22 ldc #19 // String null cannot be cast to non-null String
24 invokespecial #23 // NullPointerException."<init>"(String)
27 athrow
...
46 aload_2
47 dup
48 ifnonnull 61
51 new #17 // NullPointerException
54 dup
55 ldc #19 // String null cannot be cast to non-null String
57 invokespecial #23 // NullPointerException."<init>"(String)
60 athrow
...

```

Листинг 3 — Пример JVM-байткода

```

...
13: aload_2
14: dup
15: ifnonnull 28
18: new #17 // NullPointerException
21: dup
22: ldc #19 // String null cannot be cast to non-null String
24: invokespecial #23 // NullPointerException."<init>"(String)
27: athrow
...
46: aload_2
47: dup
48: ifnonnull 61
51: new #17 // NullPointerException
54: dup
55: ldc #19 // String null cannot be cast to non-null String
57: invokespecial #23 // NullPointerException."<init>"(String)
60: athrow
...

```

Листинг 4 — Пример JVM-байткода 2

А тут ссылка на таблицу 1.

Таблица 1 — Пример таблицы

Col1	Col2	Col2	Col3
1	6	87837	787
2	7	78	5415
3	545	778	7507
4	545	18744	7560
5	88	788	6344

```
1 | procedure RUN(packages, hashes)
2 |   queue[svace.parallel_max]
3 |   for item ∈ zip(packages, hashes)
4 |     ps = create(item)
5 |     if !queue.full()
6 |       queue.put(ps)
7 |     else
8 |       first = queue.get()
9 |       first.wait()
10 |    end if
11 |  end for
12 | end procedure
```

Листинг 5 — Пример псевдокода на алгоритмическом языке

Ещё один пример приложения

Пример приложения