**Техническое задание на создание информационной системы**

**ГЕНЕРАЦИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ИГРОВЫХ МИРОВ ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОСЕТЕЙ**

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ**

**ТЗ - 34.602-2020**

Москва 2026 год

**СОДЕРЖАНИЕ:**

[1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ 3](#_Toc1)

[1.1 Обозначение и полное наименование инструмента генерации контента 3](#_Toc2)

[1.2 Номер договора (контракта) 3](#_Toc3)

[1.3 Наименования организации-заказчика и организаций- участников работ 3](#_Toc4)

[1.4 Перечень документов, на основании которых создается система 3](#_Toc5)

[1.5 Плановые сроки начала и окончания работы по созданию системы 3](#_Toc6)

[1.6 Источники и порядок финансирования работ 3](#_Toc7)

[1.7 Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы 4](#_Toc8)

[1.9 Перечень нормативно-технических документов, методических материалов, использованных при разработке ТЗ 4](#_Toc9)

[1.9 Определения, обозначения и сокращения, обозначения и сокращения. 5](#_Toc10)

[2. НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ 8](#_Toc11)

[2.1 Назначение системы 8](#_Toc12)

[2.2 Цели создания системы 8](#_Toc13)

[3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ 10](#_Toc14)

[3.1 Краткие сведения об объекте автоматизации или ссылки на документы, содержащие такую информацию 10](#_Toc15)

[3.2 Сведения об условиях эксплуатации объекта автоматизации и характеристиках окружающей среды 11](#_Toc16)

[4. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ 13](#_Toc17)

[4.1 Требования к структуре 13](#_Toc18)

[4.1.1 Описание подсистем динамического генератора «СДГВМ» 13](#_Toc19)

[4.1.2 Разработанный функционал подсистем генератора. 14](#_Toc20)

[4.1.3 Логические цепочки для входных данных. 14](#_Toc21)

[4.1.4 Возможность интеграции новых инструментов в «СДГВМ» 15](#_Toc22)

[4.1.5 Виды режимов работ инструмента генерации «СДГВМ» 15](#_Toc23)

[4.1.5.1 Возможности Unity Console для диагностирование и логирования ошибок 16](#_Toc24)

[4.1.5.2 Дальнейшая эволюция и перспективы системы генерации «СДГВМ» 16](#_Toc25)

[4.1.5.3 Обзор набора исполняющего персонала для оперирования «СДГВМ» 17](#_Toc26)

[4.1.6 Необходимые умения и знания для персонала генерирующего при помощи «СДГВМ» контент 17](#_Toc27)

[4.1.7 Данные о количественных и качественных показателях «СДГВМ» для платформы Unity 18](#_Toc28)

[4.1.8 Решение проблем с случаями сбоев на локальной машине генерации инструмента «СДГВМ» 19](#_Toc29)

[4.1.9 Безопасность и защита генерируемого контента инструментом «СДГВМ» 19](#_Toc30)

[4.1.10 Требования к визуальному дизайну, цветовой схеме и эстетике UI 19](#_Toc31)

[4.1.11 Совместимость инструмента генерации «СДГВМ» с другими платформами и OS 20](#_Toc32)

[4.1.12 «СДГВМ» – локальная работа в Unity 20](#_Toc33)

[4.1.13 Сохранение творческого потенциала сгенерированного контента 20](#_Toc34)

[4.1.14 Осуществление сохранения сгенерированного контента в случаях технических неисправностей 21](#_Toc35)

[4.1.15 Защита локальной машины с «СДГВМ» от воздействий с внешней стороны 21](#_Toc36)

[4.1.16 Патентование уникальных алгоритмов генерации при помощи авторского свидетельства 21](#_Toc37)

[4.1.17 Важные факторы совместимости и стандартизации «СДГВМ» 22](#_Toc38)

[4.1.18 Необходимый для удобства пользования функционал системы генерации «СДГВМ» 22](#_Toc39)

[4.2 Требования к функциям (задачам), выполняемым системой 22](#_Toc40)

[4.2.1 Модульная подсистема «СДГВМ» для генерации контента 23](#_Toc41)

[4.2.1.1 Блок «Сказитель историй» генерация квестов 23](#_Toc42)

[4.2.1.2 Блок «Контроллер поведения не игровых персонажей» генерация диалогов 23](#_Toc43)

[4.2.1.2.1 Математический анализ контролера поведения Mistral 7B – Instruct 23](#_Toc44)

[4.2.1.2.2 Обоснование выбора языковой модели для генерации квестов и диалогов 26](#_Toc45)

[4.2.1.3 Блок «Генератор икон» генерация визуальных активов 26](#_Toc46)

[4.2.1.4 Блок «Самоучитель с обратной связью» обучающие материалы, фидбэк 26](#_Toc47)

[4.2.1.5 Блок «Инструмент для автоматического создания интерфейса «СДГВМ»» 26](#_Toc48)

[4.2.1.5 Блок «Автоматизированное тестирование» проведение нескольких генераций с выводом графиков и рекомендаций 27](#_Toc49)

[4.2.2 Разработка Модульной подсистемы «СДГВМ» для генерации игрового контента 27](#_Toc50)

[4.3 Требования к видам обеспечения 30](#_Toc51)

[4.3.1 Требования к математическому обеспечению системы 30](#_Toc52)

[4.3.2 Требования к информационному обеспечению системы 30](#_Toc53)

[4.3.3 Требования к лингвистическому обеспечению системы 31](#_Toc54)

[4.3.4 Требования к программному обеспечению системы 32](#_Toc55)

[4.3.5 Требования к техническому обеспечению 32](#_Toc56)

[4.3.6 Требования к метрологическому обеспечению 32](#_Toc57)

[4.3.7 Требования к организационному обеспечению 33](#_Toc58)

[4.3.8 Требования к методическому обеспечению 33](#_Toc59)

[**5. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ** 35](#_Toc60)

[6 ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ 37](#_Toc61)

[6.1 Виды, состав, объем и методы испытаний системы 37](#_Toc62)

[6.2 Общие требования к приемке работ по стадиям 37](#_Toc63)

[Пятым этапом приемки выполненной работы является защита отчета о выполненной работе с презентацией перед проверяющей комиссией, проведение поддержки проекта в будущем после защиты «СДГВМ». 38](#_Toc64)

[6.3 Статус приёмочной комиссии 38](#_Toc65)

[7 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ К ВВОДУ СИСТЕМЫ В ДЕЙСТВИЕ 39](#_Toc66)

[8 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ К ВВОДУ СИСТЕМЫ В ДЕЙСТВИЕ 41](#_Toc67)

[9 ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ 43](#_Toc68)

# 1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

**1.1 Обозначение и полное наименование инструмента генерации контента**

Разработанный прототип ИИ инструмента генерации динамических игровых миров имеет название «Система динамической генерации виртуальных миров».

Условное обозначение Аббревиатура : СДГВМ «Генерация адаптивных миров».

**1.2 Номер договора (контракта)**

Настоящее Техническое задание разработано в рамках выполнения работ по Государственному контракту № ГК-178-ОФ/Д01, заключенному 7 ноября 2011 года.

**1.3 Наименования организации-заказчика и организаций- участников работ**

Заказчик:Московский институт имени С.Ю. Витте

Место нахождения:115432, Москва, второй Кожуховский проезд, дом двенадцать, строение один

Исполнитель:Шебанов Вячеслав Викторович

Место нахождения:141700, г. Долгопрудный, ул. Первомайская д.42.

**1.4 Перечень документов, на основании которых создается система**

Руководство по разработке больших языковых моделей LLM-Unity, спецификация моделей поведения игровых персонажей ONNX, различная документация Unity в области интеграции Python кода в проект для обучения адаптивных моделей поведения игровых персонажей.

1.5 Плановые сроки начала и окончания работы по созданию системы

Плановый срок начала работ – 17 сентября день подтверждения темы диплома.

Плановый срок окончания работ – 8 июня 2026 года.

**1.6 Источники и порядок финансирования работ**

Финансирование выходит из самостоятельного распределения ресурсов из личных средств разработчика, следовательно использовано программное обеспечение в публичном доступе и доступные инструменты генерации контента.

**1.7 Порядок оформления и предъявления заказчику результатов работ по созданию системы**

Функционирующая система в виде Unity проекта «динамической генерации виртуальных миров» интегрирована с платформой Unity 2D, предоставлена университету в установленный срок техническим заданием, демонстрационная версия передаваемого инструмента включает код программы, документацию, Unity проект для запуска, предоставляемая версия программы доступна через github. Работу принимает комиссия, в соответствии с положениями учебной организации, испытания и окончательная приемка показаны в шестом разделе технического задания, сдача документации, отчета и инструкций происходит на первичных этапах и регулируются требованием к документированию.

**1.9 Перечень нормативно-технических документов, методических материалов, использованных при разработке ТЗ**

Инструмент «система динамической генерации виртуальных миров» разработан с учетом методических и нормативных стандартов и документаций:

ГОСТ ИСО/МЭК 12207-2010 – используется для формирование инструмента начиная от начального прототипа с минимальным функционалом во время жизненного цикла проекта;

ГОСТ 34.602-89. Стандарт помог структурировать проект инструмента на Unity в соответствии с профессиональными нормами, поставил четкое определение функционала системы генерации и принципы реализации функций генерации игрового контента.

ГОСТ Р ИСО/ МЭК 25010-2015. Организовал процесс тестирования в Unity для соответствиям критериям оценки и ожиданиям клиентов, система приводится в соответствие стандартам оценки комиссии.

ГОСТ 34.601-90. Адаптирует создание инструмента с стадии прототипа до рабочего варианта с документацией и организацией всех этапов разработки.

ГОСТ 19.701-90 задает стандарты для создания диаграмм EPC, As Is, BPMN, To Be;

ГОСТ Р ИСО 9241-11-2014. Помогает интерфейсу в инструменте генерации соответствовать всем требованиям удобства.

**1.9 Определения, обозначения и сокращения, обозначения и сокращения.**

Таблица 1. Определения, обозначения и сокращения.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Сокращение | Расшифровка |
| 1 | СДГВМ | Система динамической генерации виртуальных миров |
| 2 | ONNX | Открытый обмен нейронными сетями (Open Neural Network Exchange) |
| 3 | NPC | Управляемый искусственным интеллектом персонаж (Non Player Character) |
| 4 | Visual Forge | Бесплатный инструмент создания иконок и спрайтов |
| 5 | GitHub | Система контроля управления версиями инструмента генерации адаптивных игровых миров |
| 6 | Прототип | Имитация функционала и внешнего вида готового продукта, существуют для тестов и сбора обратной связи помогая сэкономить деньги и временные ресурсы (Prototype) |
| 7 | Ассет | Деталь для сбора прототипа, (текстуры, иконки, спрайты, модели, эффекты, материалы) (Asset) |
| 8 | Инди-разработчик | Небольшая студия или один человек, не способный позволить лучшие альтернативы реализуемого инструмента (Indie Dev) |
| 9 | Пользовательский интерфейс | Набор кнопок и полей ввода для взаимодействия пользователей с инструментом генерации (UI – User Interface) |
| 10 | Спрайт | Картинка для визуализации иконок объектов и аватаров персонажей (Sprite) |
| 11 | Квест | Задание для игрока в виртуальном мире |
| 12 | ML-Agents | Инструмент интегрируемый в Unity для обучения не игровых персонажей |
| 13 | Unity | Платформа для создания игровых прототипов |
| 14 | Промт | Запрос для нейросети записываемый в виде текста (Prompt) |
| 15 | Игровой движок | Комплекс инструментов для создания игр (Game Engine) |
| 16 | Билд | Готовая версия игрового прототипа для запуска в виде .exe |
| 17 | Реиграбельность | Желание игроков поиграть в игру ещё раз (replay value) |
| 18 | Канвас | Область для размещения элементов UI |
| 19 | Unity Play Mode | Режим тестирования игровой сцены в Unity |
| 20 | Слайдер | Переключатель значения в выпадающем списке в интерфейсе (Slider) |
| 21 | Трансформеры | Вид нейронных сетей, преобразующих n-граммы в эмбеддинги, итеративно генерируют текст в квестах или в диалоге, следующее слова выбирают использованием голов внимания |
| 22 | Эмбеддинги | N-граммы преобразованые в векторный числовой вид для вычисления и анализа логической связанности в генерируемом тексте |
| 23 | Метрика BLEU | Метрика замеряет качество сгенерированного текста с эталонным образцом |
| 24 | N-граммы | В «СДГВМ» параметры в виде тэгов являющимися классами, для выполнения классификации нейронной сетью, в виде биграмм |
| 25 | Токены | Классифицирующийся текст находящийся в файлах JSON |
| 26 | Головы внимания | Используются нейронной сетью для определения слова подходящего под контекст для следующего шага генерации текста |
| 27 | Языковая модель | В проекте «СДГВМ» в роли языковой модели выступает трансформер Mistral 7B – Instruct обученный под чат-бот |
| 28 | Кросс энтропийный лосс | Используется в качестве функции минимизации потерь, для обучения языковой модели |
| 29 | HuggingFace | Сайт с публичным доступом к готовым моделям для скачивания |
| 30 | Gguf | Оптимизирующий использование ресурсов формат файла модели Mistral 7B - Instruct |
| 31 | Mistral 7B Instruct | Выбранная языковая модель превосходящая конкурентов в производительности, качества логической связанности и скорости, подходящая для интеграции в платформу Unity |
| 32 | Stable Diffusion | Интегрированная в Unity модель использующаяся для генерации изображений |
| 33 | Unity Sprite Generator | Пакет в Unity использующийся для автоматизации генерации спрайтов |
| 34 | Unity Raw Image | Создаваемый компонент для UI, позволяет вставить сгенерированное изображение |
| 35 | Квантизация | Процесс преобразования модели нейронной сети в gguf формат, для уменьшения потребления ресурсов |
| 36 | ONNX Runtime | Позволяет запускать ONNX в Unity используя режим Play mode |
| 37 | Dropdown | Выпадающий список в иерархии объектов канваса графического интерфейса пользователя |
| 38 | TensorFlow | Библиотека Python использующаяся при разработке модели Mistral 7B - Instruct |
| 39 | BERT | Не подходящая альтернативная модель трансформера, для генерации текста |
| 40 | LLaMA | Альтернатива Mistral 7B - Instruct, уступающая выбранной языковой модели в производительности и оптимизации |

# 2. НАЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ

**2.1 Назначение системы**

Инструмент «СДГВМ» используется в целях ускорения создания игровых прототипов и уменьшения денежных затрат на разработку, служит для автоматизации генерации адаптивных виртуальных миров при помощи подключаемых модулей и инструментов включающих нейронные сети, к платформе Unity, реализуемый инструмент включает функционал:

Создание квестов под заданные параметры и характеристики пользователем.

Формирование адаптивной модели поведения ONNX у не игровых персонажей, адаптирующиеся под действия игрока и динамическая реакция на изменения произошедшие в игровом мире.

Синтез ассетов для визуализации иконок квестовых предметов, аватарок персонажей, текстур и тайлов ландшафта виртуального мира.

​Предоставление инструментов настройки и тестировки сгенерированного контента.

​Удобный интерфейс дающий создавать виртуальные игровые миры без знаний платформы Unity.

Автоматизация генерации приводящая к снижению временных затрат и трудовых ресурсов, повышает конкурентоспособность клиентов инди-разработчиков на рынке увеличивая скорость создания игр для монетизации.

Возможность обновлять генератор интегрируя новые инструменты и модули в систему для удовлетворения запросов клиентов и увеличения качества инструмента.

Система позволяет корректировать качество сгенерированных игровых миров для удовлетворения клиента и увеличения пригодности при помощи возможности тестирования генерации контента.

**2.2 Цели создания системы**

Основными целями проекта являются:

− Создание контента при помощи автоматизации ускоряющей скорость разработки прототипов, повышая конкурентоспособность на рынке во время цифровой трансформации и автоматизации;

− Дать доступный инструмент для одиночных разработчиков и малых студий, проект инструмента генерации не стремиться обогнать существующие решения в области автоматизации создания игровых и виртуальных миров;

− Демонстрация интеграции нейросетей для решения академических задач в области направления обучения разработки игровых приложений;

− Задать поток новых идей для развития способностей людей создавать инновационные идеи;

− Решение проблемы реиграбельности в современных играх, создание адаптации в играх к изменениям и действиям игрока, возникновение новых ситуаций должно разжечь в игроках интерес перепройти одну и ту же игру.

Увеличить рентабельность для инди-разработчиков за счет понижения затрат на разработку игрового прототипа.

Привлечение новых студентов на направление разработка игровых приложений при помощи удобного интерфейса и понятных инструкций с обучающими материалами.

Обеспечение качества сгенерированного контента благодаря созданию метрик уровня логической связи в квестах, для соответсвия потребностям пользователей.

# 3 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ

**3.1 Краткие сведения об объекте автоматизации или ссылки на документы, содержащие такую информацию**

Инструмент «СДГВМ» подлежит модернизации благодаря автоматизации ручного процесса создания виртуальных игровых прототипов, процесс включает в себя автоматизацию создания адаптивных квестов, ассетов для визуализации объектов на игровой сцене, динамического поведения NPC зависящее от событий в игровом мире и действий игрока. Автоматизируемый процесс затрачивает много времени и средств личного капитала разработчиков.

Рассмотрены аналоги «СДГВМ» в виде инструментов и готовых решений генерации виртуальных миров:

− в 2024 год MapMagic 2 пакет из Unity Asset Store, инструмент для автоматизации создания ландшафтов и уровней не содержит в себе генерацию квестов и адаптивного поведения NPC, также нельзя сделать визуализацию игрока и не игровых персонажей;

− в 2019 год AI Dungeon генерирует квесты и текстовые приключения, не способен создавать визуализацию или адаптивные модели поведения не игровых персонажей.

2019 год Dungeon Crawler RPG может генерировать подземелья, и не может квесты и адаптивных NPC.

2011 год Tracery и Ink инструмент генерации квестов, нет прямой интеграции с Unity и другими игровыми движками.

2010 год MiddleVR платформа для генерации миров в виртуальной реальности, генерирует виртуальную реальность в 3D, нет открытого обмена нейронными сетями, нельзя создать адаптивных NPC, нельзя создать адаптивные квесты.

Аналоги демонстрируют не полный функционал инструмента «СДГВМ» реализующий генерацию динамических миров при помощи нейросетей, актуальность разрабатываемого подтверждается отсутствием альтернатив с аналогичным функционалом, реализуемый генератор контента доступен в репозитории: https://github.com/Slavik993/Diplom\_Shebanov\_2026.git.

**3.2 Сведения об условиях эксплуатации объекта автоматизации и характеристиках окружающей среды**

Инструмент генерации динамических виртуальных миров адаптирован для персональных рабочих станций с операционной системой Linux, Windows 10-11, MacOS, с установленной платформой Unity, для работы модулей с нейросетями ONNX и LLM-Unity предоставлены технические требования рабочей станции:

Процессор Intel Core i3 (4 ядра, 3.0 ГГц минимум).

Оперативная патмять: 16 ГБ Оперативного запоминающего устройства с частотностью 3200 МГц (DDR4).

Подключение к инету, через Wi-Fi или витую пару.

Технологии и инструменты разработки включают:

LLM-Unity библиотека: позволяет интегрировать большие языковые модели в платформу Unity, необходима для автоматизации создания квестов и диалогов с не игровыми персонажами, для адаптивных виртуальных миров.

ONNX библиотека: снижает нагрузку на систему и ускоряет обработку запросов, используются для обучения адаптивной модели поведения не игровых персонажей.

PyTorch, TensorFlow библиотеки: обучение с подкреплением для создания качественных моделей поведения не игровых персонажей, выполнение межпроцессорных взаимодействий и сложных вычислений.

Условия эксплуатации:

LLM-Unity необходим запущенный сервер для постоянной генерации контента и обработки больших данных.

Рекомендуется использовать платформу Unity последней версии.

Преимущества: ускорение создания игровых прототипов, повышение конкурентоспособности, снижение затрат ресурсов.

Ограничения: LLM-Unity необходим запущенный сервер для сложных сценариев.

# 4. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

**4.1 Требования к структуре**

**4.1.1 Описание подсистем динамического генератора «СДГВМ»**

Инструмент «СДГВМ» предназначенный для автоматизации создания игровых прототипов, состоит из подсистем: «Создатель историй» – генерирует квесты для игрока, использует инструмент LLM-Unity на локальной машине. Модели ONNX для управления поведением не игровых персонажей при принятии различных решений игроком и изменений внутри игрового мира - «Система управления не игровыми персонажами». Генерацией иконок предметов, аватарок персонажей занимается подсистема «Генератор икон» используются нейросети из доступных источников или локально расположенных на машине.

«СДГВМ» запускает подсистемы в реальном времени в режиме Unity Play mode, в интерфейсе инструмента можно настроить параметры генерации – сложность, жанр, в текстовых полях будут отображаться сгенерированные квесты и диалоги неигровых персонажей. Пользователь получает доступ к функционалу через проект на платформе Unity в режиме Unity Play mode на главной сцене «Сцена\_Динамического\_Генератора».

Инструмент «СДГВМ» состоит из функциональных подсистем:

1) «Сказитель историй»;

2) «Контролер поведения не игровых персонажей»;

3) «Генератор икон»;

4) «Управление Unity проектом» – inspector, project settings;

5) «Персонализация контента» – интерфейс в режиме Unity Play mode;

6) «Мониторинг качества контента» – для соответствия стандартам;

7) «Сохранение результатов» – сохранение созданных миров;

4.1.2 Разработанный функционал подсистем генератора.

Для выполнения узко специализированных функций генерации динамических виртуальных миров инструмент «СДГВМ» использует подсистемы:

Подсистема «Сказитель историй» исполняет функции генерации квестов с указанием параметров репутации игрока и сложности квеста, использует инструмент LLM-Unity для генерации историй в реальном времени.

Подсистема «Контролер поведения не игровых персонажей» использует модель ONNX для адаптации поведения под квесты и действия пользователя в сцене.

Подсистема «Генератор икон» нужен для визуализации героев, предметов, окружения где происходят события, включает в себя нейросети для генерации картинок и спрайтов.

Подсистема «Управление Unity проектом» изменение параметров физики, камеры, освещения, настройка объектов на сцене, управление общими настройками, скачивание ассетов и новых модулей через Unity магазин ассетов и менеджер пакетов.

Подсистема «Мониторинг качества контента» используется для корректировки генерируемого «СДГВМ» контента, нужен для соблюдения ожиданий пользователя.

Подсистема «Сохранение результатов» предназначена для сохранения полученных результатов генерации «СДГВМ» в виде готовых игровых сцен с наполнением виртуального игрового мира, в виде файлов формата .unity, далее сцену можно экспортировать в другие проекты юнити.

4.1.3 Логические цепочки для входных данных.

На вход подсистеме «Сказитель историй» подается JSON с указанными параметрами в LLM-Unity, информационный обмен обеспечивается через локальный вызов события через скрипт C#, далее происходит генерация текста и парсинг создающий разный выбор и разные цели, потом дерево квеста экспортируется для редактирования в Unity, тем самым обеспечивается синхронизация между работой подсистем.

Подсистема «Генератор икон» использует JSON подающийся на вход локальной нейросети генератора «Stable Diffusion ONNX» c «Unity Sentis» генерирующего изображения, при помощи функции в скрипте сгенерированная картинка преобразуется в спрайт, далее спрайт рисуется на Unity Raw Image или UI Image, сгенерированная картинка сохраняется в ассеты, имея формат «png», при возникновении ошибок генерации будет вывод в консоль Unity.

«Контролер поведения неигровых персонажей» использует на входе XML файл, функция в скрипте использует ONNX для генерации возможных реакций не игровых персонажей, далее в UI обновляются элементы реакции героев.

Все элементы работают напрямую через компоненты в дереве иерархии и скрипты прикрепленные к объектам интерфейса и объектам в сцене, дополнительные требования не нужны для работы с локальным проектом.

4.1.4 Возможность интеграции новых инструментов в «СДГВМ»

Система генерации игровых предусматривает добавление новых инструментов через менеджер пакетов или ассетов в папки внутри открытого проекта или можно использовать Unity магазин ассетов, или Unity менеджер пакетов. Библиотеки созданные пользователями, загружаются через конвейеры, данные для импорта должны быть в поддерживаемом платформой Unity формате - JSON, XML, png, fbx, jpeg, gif, unity, txt. Можно увеличить количество поддерживаемых типов файлов при помощи установки пакетов для совместимости новых форматов.

4.1.5 Виды режимов работ инструмента генерации «СДГВМ»

Реализованы режимы функционирования инструмента генерации адаптивных игровых миров:

Обычная генерация игрового мира;

Тестирование генерации;

Обучающий;

В режиме «Обычная генерация игрового мира» пользователь может указать параметры для генерации игрового прототипа сложность и стиль жанра, режим выбран по умолчанию при запуске сцены «Сцена\_Динамического\_Генератора», пользователь использует инструмент «СДГВМ», через интерфейс в режими Unity play mode.

Тестирование генерации: возможность запустить любое количество генераций, для составления метрик качества логики квестов, иконок и аватарок героев, при завершении тестирования выдается отчет с показом ошибок.

«Обучающий» создан для ознакомления разработчиков с системой, показывает пример сгенерированного виртуального мира и доступ к текстовым обучающем материалам содержащим инструкцию по настройке параметров квеста, или импорта спрайтов, режим активируется через кнопку «Помощь».

4.1.5.1 Возможности Unity Console для диагностирование и логирования ошибок

Компоненты подсистем, должны предоставлять функционал для генерации квестов, модели поведения не игровых персонажей, иконок квестовых предметов и аватаров персонажей, инстумент «СДГВМ» включает элементы интерфейса для просмотра генерируемых квестов и диалогов NPC, в консоль Unity показываются дебагом диагностические события.

В программе создана система записи диагностической информации при возникновении ошибок генерации контента, сведения о процессе и параметры генерации будут записаны в .log файл в папке «error\_logs».

4.1.5.2 Дальнейшая эволюция и перспективы системы генерации «СДГВМ»

Система динамической генерации виртуальных миров создан на платформе Unity следственно может модернизироваться через Unity менеджер пакетов, для инструмента необходима возможность обновлять модели ONNX и LLM-Unity для повышения качества генерируемого контента, предусмотрена возможность реализации задачи на вырост и добавление 3D генерации миров и интеграции сетевой игры через особые пакеты и создание сервера для сетевых взаимодействий. Масштабируемость в проекте реализована через модульную архитектуру позволяющей подсоединить к инструменту генерации новый функционал через плагины устанавливаемые в Unity менеджер пакетов, для масштабирования не нужно перерабатывать ядра системы.

4.1.5.3 Обзор набора исполняющего персонала для оперирования «СДГВМ»

Нужен один пользователь для работы с запущенной системой генерации на одной рабочей машине, система не включает специфичных компонентов требующих специализированного персонала. Запуск и настройку Unity выполняет сам разработчик. Для оперирования инструментом «СДГВМ» используется UI с элементами на канвасе, появляющегося при переходе в режим тестирования сцены Unity Play Mode, дальше пользователи взаимодействуют с настройками генерации – сложность и жанр для квестов, промт для икон и аватарок, с слайдерами для настройки уровня интеллекта не игровых персонажей.

4.1.6 Необходимые умения и знания для персонала генерирующего при помощи «СДГВМ» контент

В результате анализа возможных взаимодействий пользователя с «СДГВМ» выявлено, для работы необходимы знания, основных понятий Unity – дерево иерархии, пользование режимом Unity-Play mode для тестирования сгенерированных виртуальных миров, нужно понимать обучение ONNX происходит через цифровые сигналы, а не через промты – нужно для оценки и составления метрик определяющих качество поведения не игровых персонажей. Нужно уметь настраивать объект UI – Canvas для настройки интерфейса диалогового окна, или окна выбора действия, предъявляются требования к знанию языка C#.

Для работы с «СДГВМ» требуется ознакомление с документацией Unity, и рассмотрением обучающего режима с материалами, инструмент предполагает доступность пользования и требует базовых навыков работы с платформой Unity требующей основной документации. Рекомендуется уметь работать с терминалом Git Bash, для сохранения и фиксации изменений.

4.1.7 Данные о количественных и качественных показателях «СДГВМ» для платформы Unity

Были получены средние показатели по количественных и качественных величинах связанных с генерацией контента:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Показатель | Средняя величина | Пиковая величина |
| Время обработки одного запроса на генерацию | 1 минута 45 секунд | 5 минут 51 секунда |
| Время загрузки сцены с сгенерированным миром в Unity Play Mode | 3,71 секунда | 8 секунд |
| Квесты/час | 40 | 62 |
| Икон/час | 70 | 125 |
| Качество логической связи в контенте | 84,43% | 98,2% |

«СДГВМ» при минимальных 16 гигабайт памяти, даёт результаты указанные выше, время обработки запросов может быть лучше при использовании графической карты.

4.1.8 Решение проблем с случаями сбоев на локальной машине генерации инструмента «СДГВМ»

При возникновении сбоев в «СДГВМ» при генерации контента, появляются выводы в консоль Unity, с указанием типа произошедшей ошибки, в системе предусмотрена система сохранения изменений на сцене встроенная в Unity, рекомендуется использовать Git, для фиксирования изменений в ветке соответствующей разработчику, также система предусматривает подключения RAID – массивов и других средств резервного копирования для защиты информации при уничтожении или повреждения накопителя на основной локальной машине, для сохранения изменений сделанных в проекте. Инструмент «СДГВМ» способен заменять сломавшиеся изображения на шаблон, не останавливая Unity Play Mode, вызывая оповещение об ошибки в консоль и уточнении о использовании шаблона.

4.1.9 Безопасность и защита генерируемого контента инструментом «СДГВМ»

При запуске билда с готовым сгенерированным миром пользователем купившим игру сделанную при помощи инструмента «СДГВМ» - спрайты, квесты, неигровые персонажи будут зашифрованы и скрыты от пользователя благодаря системе защиты контента с использованием шифрования алгоритма AES-256. Шифрование применяется на все ассеты и сцены, их нельзя будет использовать или забрать себе, библиотека Unity System.Security.Cryptography используется для шифрования.

4.1.10 Требования к визуальному дизайну, цветовой схеме и эстетике UI

Визуальный дизайн графического интерфейса инструмента генерации контента «СДГВМ» разработан с учетом интуитивного способностей восприятия разных тестировщиков, было выявлено: панели настроек не должны быть перегружены различными элементами, было минимизировано количество объектов UI на канвас, были проведены тесты понятности и удобства интерфейса для соответстввия заявленным стандартам для низкого порога вхождения для пользования системой генерацией «СДГВМ». Цвета для оформления подобраны в соответствии с ориентированностью на взаимосвязь логики элемента UI с исполняющей функцией, например текстовый объект возникающий при успешной генерации покрашенный в зеленый цвет, для снижения утомляемости и когнитивной нагрузки, а также для лучшей видимости элементов, подобраны успокаивающие цвета бледных оттенков и серого цвета.

4.1.11 Совместимость инструмента генерации «СДГВМ» с другими платформами и OS

Инструмент «СДГВМ» работает на следующих операционных системах: Android, Windows, Ubuntu, iOS, Linux, можно установить платформу Unity на все ранее перечисленные операционные системы, сгенерированный инструментом контент может быть импортирован в другие игровые движки: Construct 3, Godot, Unreal Engine, GDevelop.

4.1.12 «СДГВМ» – локальная работа в Unity

Система динамической генерации виртуальных миров адаптирована к локальной работе при полном отключении интернета, но требуется использовать заранее загруженные модели для генерации диалогов, квестов, икон и аватарок, минимальные требования запуска системы генерации на локальной машине наличие двух плашек памяти по восемь гигабайт, видеокарта рекомендуется к использованию для увеличению скорости генерации контента. Необходимо периодично проводить проверки файлов моделей для локальной генерации, нужно обновлять пакеты LLM-Unity, Sentis, Newtonsoft.Json , Stable Diffusion Unity, ML-Agents, 2D Sprite, ML-Agents. Хранение сгенерированного контента происходит в папке ассеты локального проекта Unity, происходит шифрование контента при создании билда, оперирование инструмнтом генерации проходит без участия специальных ролей – сетевых администраторов, безопасников, администраторов, тестировщиков и разработчиков.

4.1.13 Сохранение творческого потенциала сгенерированного контента

Необходимо защитить уникальность сгенерированного контента, путем выдачи цифрового отпечатка для защиты идей автора и предотвращения использования идей путем отслеживания источника происхождения контента.

Доступ к расшифровке сгенерированного «СДГВМ» осуществляется разработчиком создавшим контент.

Сгенерированный контент в виде ассетов будет скрыт в файлах билда для защиты авторской идеи от использования и модернизации.

4.1.14 Осуществление сохранения сгенерированного контента в случаях технических неисправностей

Благодаря реализации скрипта автосохранения на C# будет происходить фиксация изменений сгенерированного контента в сцене, сохранение происходит раз в три минуты и при отключении электричества можно вернуться к моменту откуда закончил, запись происходит в папку «AutoSaveVault» в ассетах.

4.1.15 Защита локальной машины с «СДГВМ» от воздействий с внешней стороны

Рекомендуется использовать источник питания с буфером по минимизации скачков напряжения, лучше минимизировать возможные риски связанные с физическими воздействиями – тряской, вибрациями, также нужно соблюсти минимальные требования к запуску системы «СДГВМ».

4.1.16 Патентование уникальных алгоритмов генерации при помощи авторского свидетельства

Использование «СДГВМ» пользователями должно осуществляться с соответствием лицензионного соглашения принимаемого при получении инструмента генерации контента, решения реализующие функционал «СДГВМ» защищаются авторским правом согласно четвертому разделу конституции Российской Федерации федеральному закону номер двести тридцать, сто сорок девятому и сто пятьдесят второму, а также статье тысяча двести пятьдесят девятой. Пользовательское соглашение включает в себя распространение и использование кода системы генерации в коммерческих целях, на основе данных Роспатента алгоритмы генерации «СДГВМ» оригинальны и пока не имеется аналогов.

4.1.17 Важные факторы совместимости и стандартизации «СДГВМ»

Документирование по типу шаблонов JSON и функционирующее C# скрипты записываются в Git Hub, для независимого пользования без прямого обращения к автору, при разработке использованы последние версии Unity и стабильные версии установленных пакетов, для обеспечения максимальной совместимости, шаблоны JSON создавались в соответствии с общими стандартами, для совместимости с разными игровыми движками, инструмент может быть расширен новыми модулями для генерации объемного ландшафта «Map Magic 2» и модулями с генерацией объемных моделей персонажей с анимациями и объемными предметами вместо иконок для квестов.

4.1.18 Необходимый для удобства пользования функционал системы генерации «СДГВМ»

Возможность принимать JSON шаблоны созданные пользователями для реализации новых типов квестов и диалогов, экспорт отчетов по генерации для обнаружения проблем по генерации, наличие обучающих материалов прямо в проекте для решения возникающих проблем по не знанию основ принципов и механизмов работы «СДГВМ», умная локализация интерфейса на различные языки через пакет Unity «Localisation», возможность писать обратную связь для решения недостатков инструмента генерации «СДГВМ».

4.2 Требования к функциям (задачам), выполняемым системой

Система динамической генерации игровых миров должна реализовывать генерацию образовательных квестов вместе с диалоговыми деревьями с выбором варианта взаимодействия или общения с не игровыми персонажами, также «СДГВМ» способна создавать визуалы в виде иконок, спрайтов и аватарок, для углубленного погружение в игровое пространство созданного виртуального мира. «СДГВМ» создана, для обогащения знаний о национальной культуре России через выполнение разных видов квестов, заданий сгенерированных системой динамической генерации виртуальных миров.

**4.2.1 Модульная подсистема «СДГВМ» для генерации контента**

Управляемая клиентом подсистема предназначена для генерации, редактирования, отображения игрового контента в сцене при запуске режима Unity Play Mode в интерфейсе инструмента, генерация происходит за счет межнейросетевого взаимодействия реализованного через ONNX, система работает без подключения интернета за счет установленных локально моделей.

**4.2.1.1 Блок «Сказитель историй» генерация квестов**

Обеспечивает создание квестов через шаблоны JSON, настраиваемые пользователем – разработчиком, по параметрам: жанр, сложность можно настраивать квест, созданный квест в виде текста показывается в Text Mesh Pro объекте, есть поля ввода – «input field» объект для ввода заголовка - «название квеста», поле ввода для аннотации – краткого описания, поле ввода самого квеста, объект Raw-Image для вставки визуалального описания квеста.

4.2.1.2 Блок «Контроллер поведения не игровых персонажей» генерация диалогов

За обучение и контроль поведения NPC отвечает блок «Контроллер поведения» использующий обученную локальную ONNX для превращение JSON файлов с параметрами в адаптивную реакцию не игрового персонажа на действия игрока, можно установить тип поведения - «враждебный, нейтральный, дружественный, стремящийся обмануть, желающий получить выгоду», есть объект Text Mesh Pro с выводом сгенерированного диалога для ознакомления.

4.2.1.2.1 Математический анализ контролера поведения Mistral 7B – Instruct

Выбранная модель имеет ряд преимуществ над альтернативными вариантами: формат GGUF уменьшил размер модели с четырнадцати Гигабайт, до пяти Гигабайт, также уменьшилось количество требуемой оперативной памяти до восьми гигабайт оперативной памяти, минимум требуется четыре с половиной Гигабайт, модель «Контролера поведения не игровых персонажей» является трансформером, использует преобразует биграммы из JSON в эмбеддинги – числовые вектора для численного сравнения различия смысла слов, это позволяет оптимизировать модель для специфических диалогов, кросс-энтропия используется в качестве функции потерь, а головы важности ищут итерационно нужное слово итерационно генерируя диалог. Оценка качества модели оценивается метриками BLEU по формуле:

BLEU = BP \* exp() где:

– точность биграмм и n грамм

=

– счетчик совпадений, сверяющий с эталоном количество совпадений в тексте

– допустимый максимум количества n грамм

Веса для установления порядка n грамм

= ; N – максимальный порядок

BP – штраф за короткий текст

BP = ;

c – длина сгенерированного текста

r – длина эталонного текста

Для минимизации функции потерь, использована кросс энтропия:

H(p,q) = - ) + (1 - )]

Обозначения для переменных:

– истинная метка

– предсказанная вероятность

N – количество примеров

Эмбеддинги преобразованы из биграмм по формуле:

=

– эмбеддинг слова,

T – размер последовательности

- скрытое состояние на шаге (t),

W – матрица весов модели

Формула расчета скорости генерации одного токена в секунду:

E =

– время

–токенов всего

Подтвердить полезность квантизации модели Mistral 7B – Instruct способна формула для вычисления размерности модели при сжатии:

Compressed factor = = 2,8

Качество машинного перевода измеряется метрикой «Metric of Evaluation of Translation with Explicit ORdering»

METEOR = \* (1 - ) ; Переменные формулы рассчитываются по формулам:

= , Точность – P, Полнота – Recall;

= \* (, штраф за неправильный порядок

Расчет сложности модели проводится по формуле «Perplexity»

PP(W) = exp( - |))

N – количество токенов

W – последовательность токенов

Вероятность токена P (|)

4.2.1.2.2 Обоснование выбора языковой модели для генерации квестов и диалогов

Модель Mistral 7B Instruct имеет ряд преимуществ, над аналогами: эффективное потребление ресурсов локальной машины, благодаря квантизации ускоряется скорость обработки запросов. Модель имеет большую точность, скорость и логическую связанность сгенерированного текста, по сравнению с аналогами Llama, Grok, GPT-Chat, BERT. Модель преобразовывает JSON с тегами являющимися классами в числовые вектора, а благодаря головам важности определяется следующее слово на новом шаге.

4.2.1.2.3 Внутренее строение Mistral 7B - Instruct

Структура модели сделана из тридцати двух слоев трансформеров, благодаря четырём тысячам девяносто шести токенам возможно создание сложных диалоговых и квестовых деревьев с помощью числовых векторов большего размера. Вычислительная нагрузка оптимизирована благодаря квантизации модели в формат gguf. Входная обработка происходит в преобразовании n-грамм в токены являющиеся классами, трансформерный блок - «feed-forward network FFN», отвечает за преобразование n-грамм в эмбеддинги используя слои внимания, FNN рассчитывается по формуле:

= \* x + , является числовым вектором, матрица весов, – смещение, x – входной класс, небходимо для создания логичных квестов и диалогов в системе динамической генерации виртуальных миров, правильная последовательность расстановки слов имеет ключевое значение, далее рассмотрена формула для работы слоев внимания:

Attention(Q, K, V) = softmax() \* V, в формуле – размер ключей, Q, V, K являются ключами и запросами вычисляющимися по формуле: Q = \*h, V = \* h, K = \* h, h является входным числовым вектором слоя, слои внимания нужны для введения диалога в долгосрочной перспективе не теряя логической связанности, слои внимания включают feed forward network, для нелинейного преобразования:

FFN(x) = max(0, x+) + , переменные в формуле означают: , – смещения весов, , – матрицы весов, необходимо для поиска зависимостей между словами и использования сложных шаблонов, используя флаг запуска –cpu на компьютерах без видеокарт ускоряется генерация и предотвращается переобучение. Генерация следующих классов происходит через softmax в линейном слое, по формуле: P() = , в формуле где – исходные ненормированные оценки, вычисляются по формуле: z = h + , является смещением, – выходная матрица, исходные ненормированные оценки помогают оптимизировать диалоги для повышения реализма.

Обучение происходит по кросс – энтропийному лоссу :

H(p,q) = - ) + (1 - ))], в формуле переменная истинная метка , предсказание. Необходимо для дообучения модели на инструкциях, улучшая качество понимания промтов.

4.2.1.3 Блок «Генератор икон» генерация визуальных активов

Использование локальной модели Stable-Diffusion пакетом Unity Sprite Generator, для генерации иконок предметов и аватаров персонажей, на вход модели приходит JSON с параметрами: стиль, окружение, размер. Пользователь-разработчик взаимодействует с интерфейсом при запуске Unity Play Mode, с объектами input field для названия, стиля, разрешения, загрузки текстур.

4.2.1.3.1 Реализация генерации иконок и спрайтов через Comfy UI

Локальный сервер запускается через скрипт main, при запуске появляется хост адрес <http://127.0.0.1>:8188, при переходе на адрес появляется вкладка ComfyUI в браузере, рабочее пространство ComfyUI позволяет создавать шаблоны для генерации разного типа визуального контента - 3D модели, видео, картинки, спрайты, можно использовать готовый шаблон с настроенными параметрами для нужного типа генерации, ComfyUI использует установленные в проекте модели для генерации 2D изображений sd-turbo и sd3-medium, для генерации ComfyUI использует токенизатор для генерации скрытых факторов декодирующихся в изображение, при завершении генерации можно сохранить изображение имеющее png формат, в папку «Exports» подпапку «Generated\_Visuals».

4.2.1.3.2 Обоснование выбора моделей sd turbo и sd3 medium, для генерации контента

Модели имеют низкое потребление вычислительных ресурсов локальной машины, возможности гибкой настройки позволяют генерировать изображение высокого качества, Stable Diffusion Turbo используется для быстрой генерации визуалов, адаптирована к простым и низкокачественным иконкам, спрайтам, благодаря минимизации артефактов, для генерации не нужно подключение к интернету, модели загружены локально в проект, для работы с ними нужно запустить main.py локальный сервер, без запуска локального сервера генерация не возможна. Генерация тяжелых спрайтов и иконок должна происходить через sd3-medium, нужно или в шаблоне при запуске ComfyUI назначить в первом блоке выбора модели, по умолчанию стоит sd-turbo, отличие от sd-turbo в количестве шагов пятьдесят штук, у turbo десять шагов, высокая детализация необходима для ситуаций где требуется глубокое погружение в созданный виртуальный мир, для этого необходимо высокое качество визуализируемых персонажей, на предметы можно использовать sd-turbo, модели легко интегрируются в Unity и способны работать синхронно, благодаря ONNX и маршрутизации JSON между моделями, через взаимные запросы.

4.2.1.4 Блок «Самоучитель с обратной связью» обучающие материалы, фидбэк

Обучающие материалы расположены в ассетах папка «Tutorial», необходимо получать фидбэк от разработчиков позволяя написать описание проблем и загрузить в виде лог файла в git, обращение происходит поле ввода в графическом интерфейсе, сохранение лога происходит в папку «User\_feedback». Оставлено упоминание о необходимости обновлять установленные пакеты в проекте для минимизации ошибок, также есть ссылка на Git с документацией, во время запуска Unity Play Mode в интерфейсе есть кнопка «Помощь» при нажатии которой появляется PDF с краткой инструкцией по основным шагам генерации.

4.2.1.5 Блок «Инструмент для автоматического создания интерфейса «СДГВМ»»

Через Editor, был добавлен скрипт добавляющий новый инструмент, в раздел Tools, нажатием кнопки «Generate» в инструментах открывается выпадающий список доступных инструментов автоматического создания объектов в сцене, нужно выбрать «Storytelling UI Layout» – при нажатии выведется сообщение «UI добавлен в сцену», рекомендация перед любым изменением скрипта генерации интерфейса, нужно старый сохранять в Prefab, и удалять полностью со сцены старый интерфейс, по причине наложения друг на друга, и возникновений ошибок с отображением. Инструмент создающий интерфейс создаёт три основных кнопки для открытия интерфейсов подсистем генерации «Сказителя историй», «Контролера поведения не игровых персонажей», « Генератора икон». В интерфейсе подсистемы «Контролер поведения не игровых персонажей» создаются следующие компоненты в иерархии: поле ввода «Имя персонажа»; выпадающий список «Отношение к игроку»; поле ввода «Реакция»; выпадающий список «Эмоция»; поле ввода «Окружение»; кнопка «Сгенерировать диалог». Компоненты интерфейса подсистемы «Сказитель историй»: Input\_field «Тема истории»; выпадающий список «Жанр повествования» – например: постапокалипсис, фентези, реализм, приключение, киберпанк, стимпанк, сказочный, драма; Input\_field «Длина истории», кнопка «Сгенерировать историю», текстовое поле «Текст истории». Интерфейс подсистемы «Генератор икон»: «Описание иконки» - Input\_field, «Стиль иконки» – выпадающий список, Input\_field «размер иконки», «Сгенерировать иконку - кнопка», TMP текст «Статус генерации».

**4.2.1.5 Блок «Автоматизированное тестирование» проведение нескольких генераций с выводом графиков и рекомендаций**

«СДГВМ» использует Test Framework, для проверки логики в диалогах и оценки качества визуалов, блок при работе выдает отчет с указанием ошибок и недочетов, рекомендации в отчете говорят что необходимо исправить для увеличения качества генерируемого контента.

4.2.2 Разработка Модульной подсистемы «СДГВМ» для генерации игрового контента

Оперируемая одним человеком «СДВГМ» в режиме Unity Play Mode, модульная подсистема с разделением на генерацию разных типов контента на текст адаптивных диалогов, квестов и визуалов в виде иконок и аватарок, во время генерации происходит общение между нейросетями и благодаря межнейросетевому взаимодействию между всеми типами контента существует логическая связь, модели установлены локально не требуется подключение к интернету для генерации по API, нужно запускать сцену «Сцена\_Динамического\_Генератора», сгенерированный контент можно увидеть в реальном времени.

**4.2.3 Разработка подсистемы «СДГВМ» для хранения классификации и поиска контента**

При работе с сгенерированными ассетами, возникли проблемы с поиском и классификацией контента, для решения проблемы было использовано разделение контента на отдельные папки в ассетах по типу, папка «Generated\_Quests» для квестов, «Dialogues» – для диалогов, «Item Icons» – для иконок предметов, «Characters\_Avatars» – аватарки героя игрока и не игровых персонажей, поиск необходимого ассета происходит через поисковик встроенный в Unity.

**4.2.4 Разработка подсистемы «СДГВМ» для оценки производительности**

В результате углубленного анализа, были выявлены критические недостатки связанные с потреблением памяти при синхронной генерации контента моделями Mistral 7B-Instruct, sd-turbo, sd3-medium, случается не хватка операционной памяти, приводящая к вылету Unity Editor и появлению окна Unity Crash Report, для снижения вероятности вылета при синхронной генерации контента были применены метрики «Использования оперативной памяти», «Нагрузки на процессор», «Скорость записи и чтения с диска». Формулы представлены в следующем виде: «Использование оперативной памяти RAM»

= , в формуле выделенная операционная память системой под Юнити в битах -Profiler.GetTotalReservedMemoryLong(), выполняющиеся процессы в данный момент, расход на оперативную память в битах. Решение проблемы в возможности отдельной генерации каждого компонента виртуального игрового пространства отдельно с задействованием одной модели за раз, очередь делает процесс генерации медленнее, но без вылетов работы программы.

= \* 100, Enviroment.TickCount – время работы “СДГВМ” начиная момента запуска в “мс”

n – количество ядер в процессоре,

Время работы отдельного взятого ядра в “мс” – TotalProcessorTime[i].

Формула «Скорости чтения с диска» оформлена в формате:   
 = , Размер файла в битах – FileSize[i], TimeToWrite[i] – время записи в секундах, количество файлов - k. Решение проблемы с медленной загрузкой файлов интегрировано методами SaveStory(), SaveIcon(), SaveNPCDialogue(), буфер можно увеличить по формуле: = min(16384,), доступная память вычисляется = 8 гигабайт «8192 Мегабайта» - .

**4.2.5 Разработка подсистемы «СДГВМ» контроля модулей генерации**

Редактирование и дополнительная настройка модулей генерации контента «СДГВМ» происходит за счёт подсистемы администрирования модулями и пакетами Unity, настройка моделей для генерации контента происходит в интерфейсе при входе в Unity Play Mode для модулей существуют уникальные индивидуальные настройки.

Настройки «Сказителя историй» состоят из:

поля ввода с заголовком – название квеста;

поля ввода с аннотацией;

Text Mesh Pro – содержание квеста;

выпадающий список с жанрами;

выпадающий список c сложностью;

Raw Image для визуального описания квеста.

Настройки «Контроллера поведения неигровых персонажей» состоят из:

Поля ввода наименования персонажа;

Выпадающий список отношения NPC к игроку «дружелюбный, нейтральный, враждебный»;

Text Mesh Pro – для отображения текста диалога;

Выпадающий список – выбор эмоциональной окраски диалога;

Поле ввода для назначения уровня соответствия от нуля до ста, определяет реакцию на действия игрового персонажа.

Настройки «Генератора икон» включают в себя:

Поле ввода – название иконки, аватарки;

Поле ввода – выбор окружения;

Выпадающий список – разрешение изображения;

Выпадающий список – выбор фильтра отображения;

Поле ввода - загрузка собственного изображения.

**4.2.6 Разработка подсистемы «СДГВМ» тестирования генерации**

Необходимые функции – вывод производительности в виде графиков и диаграмм, создание файлов отчетности по возникшим ошибкам с рекомендациями о возможных решениях, возможность запустить цепочку из генераций для сбора данных необходимых для ведения аналитики критических проблем, оперирование подсистемой происходит через графический интерфейс при запуске Unity Play Mode состоящий из:

Канвас с объектом рисования линии – отображение графиков;

Text Mesh Pro с отображением частоты процессора и количеством используемых ядер;

Кнопка «Создать отчет» – генерация отчета, с рекомендациями по решению проблем, в отчете описываются возникшие во время генерации ошибки;

Кнопка «Экспортировать отчет» – создание отчета в PDF или JSON, для дальнейшей обработки;

Text Mesh Pro с выводом состояния проведения теста.

Подсистема продумана для дальнейшего расширения и можно добавить тесты новых типов контента, 3D моделей, ландшафта, музыки, звуков, анимаций, эффектов.

4.3 Требования к видам обеспечения

4.3.1 Требования к математическому обеспечению системы

Математические алгоритмы реализуются в ONNX встроенные в Unity LLM-Unity, Stable Diffusion, не требует дополнительного математического обеспечения.

4.3.2 Требования к информационному обеспечению системы

Структура данных системы динамической генерации виртуальных миров:

Формат хранения: JSON, HTML, log, txt, png, jpeg, fbx форматы совместимые с системой хранения платформы Unity, дополнительно можно добавить пакеты, для увеличения возможных форматов для использования.

Метаданные: тэги в JSON файле в виде параметров. В JSON подающийся на входе ONNX модели есть тэги – параметры для настройки генерации пример входных данных в JSON: { «ДействиеИгрока»: тэг - «отказаться», «Статус не игрового персонажа»: тэг - «нейтральный», «Контекст»: {«Местоположение»: тэг - «Таверна», «Отношение»: тэг - «странник»}, пример выходного файла JSON: {«Диалог»: тэг - «Ты пожалеешь!», «Действие»: тэг - «Нападение», «Эмоция»: тэг - «Злость», «Визуал»: тэг - «Угрожающая поза с перекошенным лицом»}, нейросети используют тэги для генерации текста подходящего по смыслу.

Сгенерированный игровой контент: квесты, диалоги, иконки, аватарки.

«СДГВМ» использует технологию файловой системы Unity для хранения ассетов, таким образом обеспечивать самостоятельность в хранении файлов системы генерации «СДГВМ» не нужно подключать дополнительные системы хранения, что уменьшает порог входа пользования системой для инди-студий и соло разработчиков.

В системе генерации есть логирование в виде отчетов, есть экспорт отчетов в JSON или PDF, система включает статус проведения тестирования, отчет об ошибках, рекомендации по решению.

Доступ к системе предоставлен одному человеку, ролей и авторизации не требуется.

4.3.3 Требования к лингвистическому обеспечению системы

Необходима локализация для расширения целевой аудитории способной использовать «СДГВМ», необходимо соблюсти языковые особенности склонений и времен для различных языков, копки именуются глаголами в прошедшем времени. Работа с «СДГВМ» требует знание C#, для редактирования кода и внесения нового функционала. Необходима унификация терминов для увеличение восприятия интерфейса для пользователя. Русский язык в «СДГВМ» очень «Требовательный» к склонениям, перевод с модели изначально будет ломать склонения и коверкать множественное число. Интуитивность восприятия пользователями функционала кнопок повышается путём использования глаголов. Перевод кнопок осуществляется через пакет Unity «Localisation», используется умная локализация подставляющая текст в кнопки специальным выпадающим списком добавляющимся установленным пакетом в сцене при запуске в правом углу экрана.

4.3.4 Требования к программному обеспечению системы

«СДГВМ» может быть установлена на множество операционных систем: Linux, Ubuntu 24.04, macOS X 11+, Windows 10 - 11, iOS, Android.

Платформа Unity должна быть версии 6000.1.1f1 для повышения совместимости, необходимос установить в проекте пакеты «LLM-Unity», «Unity Sprite Generator», также нужны установленные локально в проект модели: mistral-7b-instruct-v0.2.Q4\_K\_M.gguf, для работы с моделями в Unity нужно использовать библиотеку llama.cpp, запуск генерации требует создания локального сервера в проекте для запуска и работы модели, для настройки сервера в инспекторе нужно назначить скрипт LLM объекту сервера и в поле LLM-model переносим модель из локального хранилища проекта «из StreamingAssets – models». Редактирование кода происходит в среде разработки Visual Studio Code, для управления и контроля версий рекомендуется использовать Git Bash в режиме редактирования файлов notepad, для отправки больших файлов в коммиты использовать Git-lfs.

4.3.5 Требования к техническому обеспечению

Unity для работы с моделями ONNX требует шестнадцать гигабайт памяти минимум, нужен процессор пятого поколения рекомендуется использовать Ryzen 7000 series или Intel Core 13 «Raptor Lake», 4 ядра минимум 2,5 ГГц, необходимо иметь 50 Гб свободного места на жестком диске, 10 Гб весит платформа Unity, модели вместе с пакетами около 30 Гб, ещё 10 Гб на проект и хранение сохраненного контента. Видеокарта не обязательна но рекомендуется использовать для ускорения скорости генерации контента. Также необходимо развернуть локальный сервер обрабатывающий запросы генераций с развернутой моделью требующей около 10 Гб оперативной памяти.

4.3.6 Требования к метрологическому обеспечению

Для улучшения качества генерации диалогов необходимо уменьшить параметр температура для LLM модели и количество токенов должно быть около двухсот, параметр «Повторное исправление» должен быть установлен на 1,15. Для предотвращения возникновения ошибок при генерации нужно не допускать полного использования оперативной памяти, во время длительного сеанса игры могут возникнуть проблемы с количеством доступных ресурсов.

4.3.7 Требования к организационному обеспечению

Персонал для обслуживания «СДГВМ» не требует специальных ролей, для минимизации входного порога пользования соло разработчикам и состоит из одного рабочего места, работник оперирующий «СДГВМ» должен обеспечивать администрирование моделей, управлять локальным сервером для обработки генераций, также работник осуществляет модернизацию и разработку скриптов C# для добавления нового функционала, работник обязан обновлять пакеты Unity до последней версии для исключения проблем совместимости. После проведения тестирования на подопытных, выявлен перечень умений для работника с «СДГВМ»: необходимо иметь основные знания о архитектуре проекта юнити, разбираться с встроенной системой поиска файлов, уметь работать с инспектором и настраивать через него параметры модели для генерации контента, для разработки нового функционала, необходимо знать необходимые пакеты юнити необходимые для интеграции LLM и генераторов 2D спрайтов и уметь работать с пакетным менеджером юнити, разработка и поддержка скриптов функционала «СДГВМ» осуществляется через C# следовательно необходимо уметь работать с встроенными библиотеками юнити, и разбираться в индивидуальных особенностях языка C#, также операторы «СДГВМ» должны ознакомиться с обучающими материалами, находящимися локально в проекте в папке «Обучающие материалы» в Assets.

4.3.8 Требования к методическому обеспечению

Для работников «СДГВМ» разработаны обучающие материалы в Assets «Обучающие материалы», в обучающих материалах лежат PDF с инструкцией по эксплуатации «СДГВМ» и инструкцией по настройке локального сервера, настройки параметров модели в инспекторе, также сделана PDF с объяснением математики и описания взаимодействий ONNX моделей, в обучающих материалах показаны примеры входных и выходных данных, для объяснения принципов работы и создания понимания принципов работы «СДГВМ» у работников. На основе опытов, были созданы рекомендации для генерации с готовыми шаблонами и советами по настройке моделей, также созданы рекомендации по устранению ошибок генерации, приведены примеры шаблонных ошибок и пути решения, например очищение памяти при длительной сессии генерации.

# **5. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ СИСТЕМЫ**

**Таблица 2. Состав и содержание работ по созданию системы.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № наименование этапа | Наименование работ, входящих в состав этапа | Сроки  выполнения  этапа работ (в календарных днях) | Отчетная  документация  исполнителя |
| **1 этап. Разработка ТЗ для «СДГВМ», написание статей по модулям «СДВГМ», создание первой главы ВКР** | Разработка технического задания на разработку системы динамического генератора виртуальных миров, исследование инструментов генерации контента – нахождение лучших вариантов для «СДГВМ» написание статей по исследованиям, на основе выбранных инструментов составляются диаграммы первой главы ВКР и пишется первая глава ВКР. | С 17.09.25 по  28.10.25 | Техническое задание «СДГВМ» ГОСТ 34.602-89  и ГОСТ 19.201-78,  Отчет по исследованиям в области инструментов генерации ГОСТ 7.1 - 2003,  Первая глава ВКР «Динамическая генерация виртуальных миров при помощи нейросетей» в соответствии ГОСТ Р 7.0.11 - 2011 |
| **2 этап.**  **Создание архитектуры «СДГВМ» в проекте юнити, тестирование генерации квестов, диалогов и икон, создание локализации для интерфейса** | Создание объектов интерфейса, объектов для визуализации сгенерированного контента, нахождение оптимальный параметров модели для генерации и повышение качества контента, подключение пакета Unity Localization, для перевода текста на кнопках и перевода унифицированных элементов интерфейса | С 29.10.25 по  25.11.25 | Создание инфраструктуры в проекте Unity ГОСТ 19.401-78,  Улучшение сгенерированного контента «икон, диалогов, квестов» ГОСТ 19.301-79,  Установление пакетов локализации и перевод элементов интерфейса ГОСТ 7.75-97 и ГОСТ 19.505-79 |
| **3 этап. Сборка, интеграция, тестирование** | Создание межнейросетевого общения через ONNX, проведение тестов по генерации и исправление возникающих ошибок | с 26.11.25 по 15.12.25 | Тестирование и исправление ошибок  ГОСТ 19.302-79 и ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010  Работа с ONNX LLM-Unity ГОСТ 19.301-79 |
| **4 этап. Внедрение, поддержка** | Оптимизация производительности моделей ONNX, написание второй главы ВКР «Динамическая генерация игровых миров при помощи нейросетей» | с 16.12.25 по 27.01.26 | Написание второй главы ГОСТ 7.0.11-2011  Оптимизация производительности моделей ONNX генерирующих контент ГОСТ 7.32-2017 |
| **5 этап. Защита ВКР «Динамическая генерация игровых миров при помощи нейросетей»** | Разработка списка источников и литературы, полное оформление текста в ВКР, подготовка к отчету и защите ВКР, введение жизненного цикла и поддержка «СДГВМ» | с 28.01.26 по 8.06.26 | Редактирование текста ВКР ГОСТ 7.0.11-2011,  Защита отчета ГОСТ 7.32-2017,  Введение жизненного цикла и поддержка «СДГВМ» ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-2010 |

# 6 ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

6.1 Виды, состав, объем и методы испытаний системы

«СДГВМ» тестировался и проходил испытания на функционал «способность ONNX моделей обмениваться между собой информацией и создавать виртуальный контент», стабильность результатов благодаря режиму тестирования и запуску тестов с сбором аналитической отчетности, измерял качество и производительность при помощи Unity Profiler.

6.2 Общие требования к приемке работ по стадиям

Приемка сделанной работы по реализации системы динамической генерации виртуальных миров, реализуетсясогласно этапам предоставленным в пятой главе технического задания. Функционал «СДГВМ» сверяется на соответствие с утвержденным Андреем Алексеевичем Блощуком техническим заданием, включающим испытания качества, производительности, стабильности.   
 Приемка работ начинается с сдачи готового технического задания по «СДВГМ», написанной первой главы диплома, до декабря утверждается тема и формируется оценка актуальности «СДГВМ» с дорожной картой реализации, перед утверждением техническое задание на разработку «СДГВМ» получило замечания от основного куратора и преподавателей МУИВ, включая Максима Владимировича, Николая Александровича, Андрея Сергеевича, Федора Владимировича, Ольги Муратовной, на основе предоставленных советов и замечаний были внесены правки в настоящее техническое задание по разработке «СДГВМ».

Вторым этапом приёмки выполненной работы по реализации «СДГВМ», проверка руководителем наличия интерфейса для генерации контента, функций генерации квестов, диалогов, иконок, руководитель смотрит на наличие правильного перевода в локализации сделанной на основе пакета Unity «Localisation».

Третьим этапом приёмки будет демонстрация руководителю логов об проведении тестов с указанием качества контента, руководитель обозревает логи и просит объяснить возникающие в результате генерации ошибки, создаются рекомендации размещаемые в локальные файлы «СДГВМ» в папку «Обучающие материалы», Андрей Алексеевич просматривает папку с обучающими материалами по оперированию «СДГВМ» и даёт оценку качеству объяснений с замечаниями, использующимися для улучшения качества объяснения.

Четвертым этапом проверяется качество оптимизации моделей ONNX, для потребления ресурсов локальной машины и проверяются ситуации с длительной сессией генерации, проходит общая доработка и исправление ошибок.

Пятым этапом приемки выполненной работы является защита отчета о выполненной работе с презентацией перед проверяющей комиссией, проведение поддержки проекта в будущем после защиты «СДГВМ».

6.3 Статус приёмочной комиссии

Приемочная комиссия по проверке отчета по разработке системы динамической генерации виртуальных миров состоит из работников МУИВ: Сергея Александровича Зайцева, Андрея Алексеевича Блощука – куратора ВКР «Динамическая генерация игровых миров при помощи нейросетей», Андрея Алексеевича Простомолотова, Сергея Сергеевича Постнова, Дмитрия Павловича Короткова.

7 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ К ВВОДУ СИСТЕМЫ В ДЕЙСТВИЕ

Разрабатывая «СДГВМ» были выявлены требования по подготовке и представлению к защите ВКР, руководитель Андрей Алексеевич Блощук предъявил следующие требования для реализации «СДГВМ» и защите ВКР:

Построение матрицы ответственности по ролям, демонстрирующую системный подход к реализации, распределению сфер ответственности;

Выполнение требований технического консультанта – Максима Владимировича Преображенского, установление контрольных точек в процессе реализации проекта, также постановка приоритетных задач, для получения MVP версии «СДГВМ»;   
 Тестирование и оптимизация итогового инструмента «СДГВМ» для ускорения скорости генерации, и улучшения качества генерируемого контента, при помощи использования метрик и юнит тестов.

Таблица 3. Матрица ответсвенности – роли участников разработки «СДГВМ»

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Задача | Роль | ФИО участника |
| Проверка технической документации | Куратор проекта «СДГВМ» | Блощук Андрей Алексеевич |
| Объединение общей архитектуры проекта, разработка функционала | Технический консультант | Максим Владимирович Преображенский |
| Тестирование интерфейса на понятность | Тестировщик интерфейса | Мудров Никита Андреевич |
| Помощь в разработке скриптов функционала | Программист | Исаев Николай Александрович |
| Тестирование функционала и соотнесение с ГОСТ 19.302-79 | Знающий стандарты платформы Unity специалист | Преображенский Максим Владимирович, Блощук Андрей Алексеевич |
| Обзор ошибок в архитектуре текстового содержания диплома и раздача замечаний по улучшений | Куратор проекта «СДГВМ» | Блощук Андрей Алексеевич |
| Оптимизация технической составляющей | Технический консультант | Максим Владимирович Преображенский |
| Подготовка к защите ВКР | Куратор проекта «СДГВМ» | Блощук Андрей Алексеевич |

8 ТРЕБОВАНИЯ К СОСТАВУ И СОДЕРЖАНИЮ РАБОТ ПО ПОДГОТОВКЕ ОБЪЕКТА АВТОМАТИЗАЦИИ К ВВОДУ СИСТЕМЫ В ДЕЙСТВИЕ

Документы для разработки инструмента динамической генерации виртуальных миров, были согласованы куратором и распределены в соответствии ГОСТ 34.201-89 и РД 50-34.698-90.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Стадия создания | Наименование документа | Дополнительные указания |
| ТЗ | Техническое задание системы динамической генерации игровых миров «СДГВМ» | ГОСТ 34.602-89 – требования к интерфейсу пользователей, утверждает метрики качества BLEU для Mistral 7B – Instruct «Контролер поведения не игровых персонажей» |
| ТП | Записка с описанием принципов преобразования n-грамм в эмбеддинги трансформерами модели Mistral 7B - Instruct | Описание принципов работы трансформеров в РД 50-34.698-90, а также РД 50-34.698-90 содержит сведения о архитектуре модели, применяющейся кросс энтропии использующейся для функции минимизации потерь, размере модели, описание взаимодействий при меж нейросетевом общении через LLM-Unity |
| Методики проведения испытаний функционала «СДГВМ» | Перечень необходимых проверок функционала в соответствии с ГОСТ 34.603-3, включает в себя метрики для проверки качества по ГОСТ 19.302-79 |
| Организационная структура и распределение ролей | Были созданы роли на основе поставленных куратором в ходе проектирования «СДГВМ» задач, информация включена в РД 50-34.698-90 |
| Объяснение функций для автоматизации реализуемых в «СДГВМ» | Генерация контента в виде икон, диалогов, историй и сюжета описана в РД 50-34.698-90 |
| РД | “Минимальные системные требования к локальной машине” | Для запуска и эксплуатации системы определены минимальные требования к ресурсам локальной машины, |
| “Учебные материалы” с инструкциями в формате PDF | В соответсвии с ГОСТ 19.503-79 созданы инструкции по запуску, настройке и эксплуатации |

9 ИСТОЧНИКИ РАЗРАБОТКИ

Идея создания системы динамической генерации игровых миров основана на глубоких исследованиях российского рынка геймдева, в ходе исследования выявлена востребованность доступных инструментов для генерации игрового контента, ниша генерации контента для игровых прототипов актуальна для создания систем автоматизации функционала сборки игровых виртуальных миров, целью разработки «СДГВМ» было создание доступного инструмента генерации игровых прототипов для инди-студий и соло разработчиков, существующие аналоги доступные для платформы Unity, платные или являются отдельным инструментом содержащим функционал генерации одного модуля системы «СДВГМ». Документация по разработке, обучающие материалы, требования к качеству сгенерированного контента разрабатывались согласно ГОСТ 34.603-92, ГОСТ 34.201-89, ГОСТ 34.602-89 и приказом министерства образования и науки РФ №816 Об утверждении порядка реализации образовательных программ высшего образования.